

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Matti Tervonen

KÄSITTELEMÄTTÖMÄT PUUJULKISIVUT

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2014

**OPINNÄYTETYÖ****Toukokuu 2014****Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
p. (013) 260 6800

**Tekijä(t)**

Matti Tervonen

**Nimeke**

Käsitlemättömät puujulkisivut

**Tiivistelmä**

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten käsitlemätön puu sopisi julkisivumateriaaliksi nykyrakentamiseen Suomessa sekä antaa yleiskäsitys käsitlemättömistä puujulkisivuista. Tarkoitus oli selvittää, mitä vaatimuksia puun käsitlemättömyys tuo suunnitteluun ja rakentamiseen, sekä selvittää käsitlemättömän puujulkisivun rajoitteet, haitat ja hyödyt. Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena.

Tärkeintä käsitlemättömien julkisivujen suunnittelussa on huomioda, että luonnollinen harmaantuminen ei tuota tasaisen harmaata julkisivua, vaan puun pinta ja väri elävät ja muuttuvat ajan kuluessa. Säärasitus vaikuttaa paljon käsitlemättömän puujulkisivun ulkonäköön. Liian kuivassa ja lämpimässä puun harmaantuminen on hidasta ja liian kostaessa puu voi homehtua ja lahoata. Suurin julkisivun rasittaja on auringon säteily, joka kuluttaa eteläjulkisivua jopa yli kaksi kertaa nopeammin muihin julkisivuihin verrattuna. Säärasitusten takia rakennuksen muoto, rakennuspaikan ilmasto ja paikalliset olosuhteet, kuten maaston muodot, puusto, kasvillisuus ja viereiset rakennukset, vaikuttavat suuresti julkisivujen kosteusrasitukseen ja sitä kautta ulkonäköön.

Käsitlemättömät puujulkisivut toimivat ja ovat aina toimineet Suomessa. Lukuisien kohteiden julkisivuja on toteutettu käsitlemättömästä tai vähäisesti käsitellystä puusta Suomessa ja muualla maailmalla. Niiden yleisempää käyttöä rajoittaa ohjeistuksen puute ja epävarmuus kustannuksista. Käsitlemättömistä puujulkisivuista tarvittaisiin lisää suomenkielistä ohjeistusta suunnittelusta ja Suomen ilmastoon soveltuvista puulajeista. Lisäksi tarvittaisiin lisää tietoa käsitlemättömien puujulkisivujen tuomista säästöistä ja kustannuksista.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 57

**Asiasanat**

julkisivut, käsitlemätön, puu, ulkoverhous



**THESIS**  
**May 2014**  
**Degree Programme in Civil Engineering**  
Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
tel. +358-13-260 6800

Author(s)

Matti Tervonen

Title

Untreated Wood Façade

Abstract

The aim of this study was to give an overview of untreated cladding and explore how untreated wood would suit modern construction in Finland. The goal for this study was to determine what requirements untreated claddings have in design and construction as well as to find out the pros and cons of untreated wood facades. The study was made as a literature survey.

The most important aspect in design is taking notice of the fact that uncoated timber eventually weathers to various shades of gray and the resultant finish can have unexpected and variable characteristics. Outdoor exposures have great influence on untreated wood cladding appearance. Uncoated wood turns slowly gray in a warm and dry place but on the other hand in too damp environment wood can rot and mold. The sunlight has the strongest degrading power and therefore, can degrade the southern facade more than two times faster than the other facades. The shape of a building, the building site climate and local conditions such as the shape of the terrain, trees, vegetation, and adjacent buildings have great influence on moisture load which affects the appearance of untreated wooden facades.

Untreated wooden facades are suitable for the climate of Finland. There are several buildings with untreated facades or slightly treated facades in Finland and worldwide. The widespread use of untreated cladding is limited by the lack of instructions and the uncertainty of the cost. There is a need for more knowledge about suitable wood species in Finnish climate and a need for guidance in design about untreated cladding. Moreover, there is also a need for information about expenses from untreated cladding.

Language  
Finnish

Pages 57

Keywords

facade, wood, untreated, cladding

# Sisältö

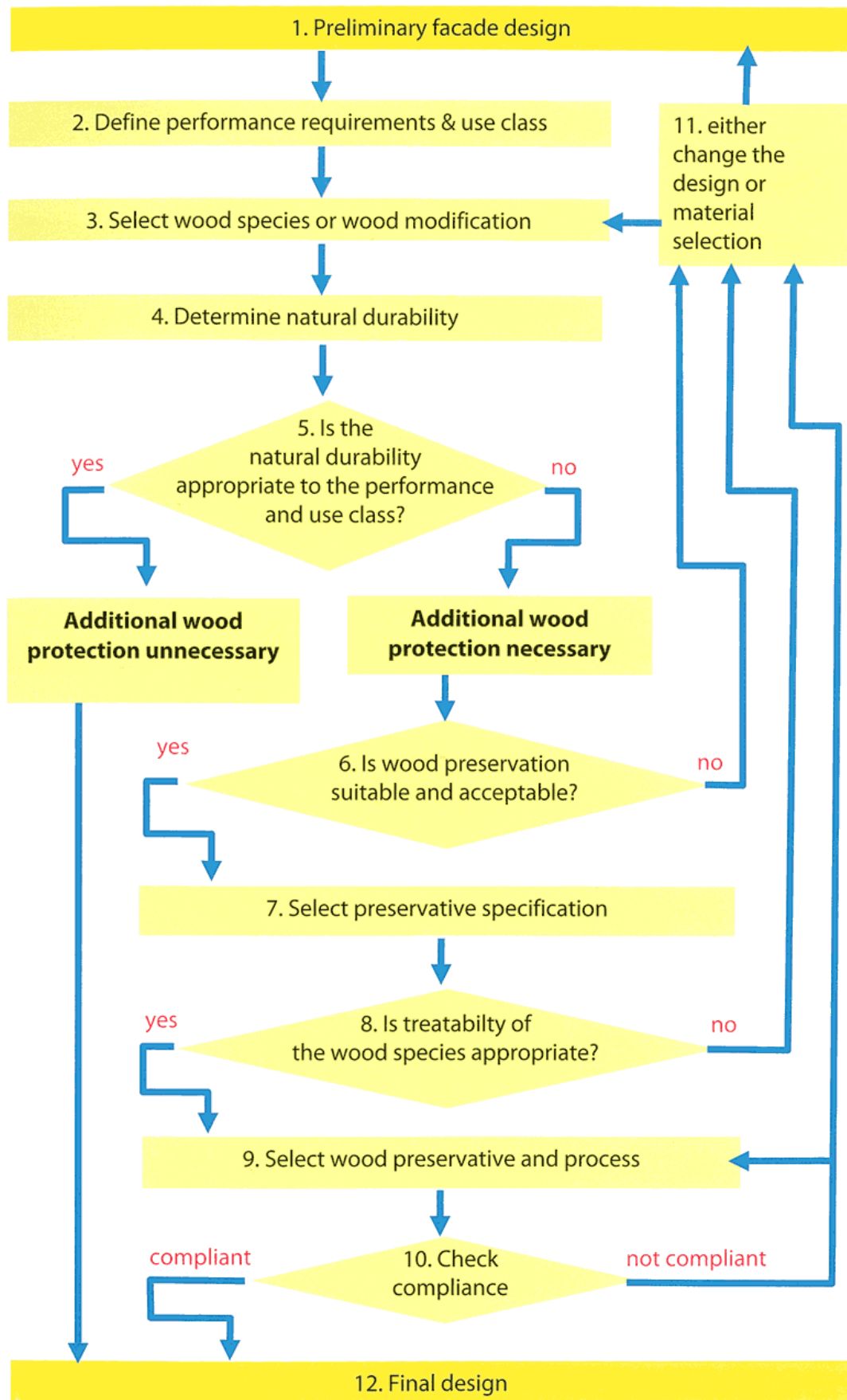
1	Johdanto .....	5
2	Käsitlemättömän puujulkisivun ominaisuudet ja vaatimukset .....	7
2.1	Kosteuseläminen .....	7
2.2	Biologiset vaurion aiheuttajat .....	11
2.3	Säärasitus .....	13
2.3.1	Sade ja tuuli .....	14
2.3.2	Auringon säteily .....	17
2.4	Kestävyys .....	23
2.5	Rakenteellinen suojaus .....	24
2.5.1	Verhouslauta .....	25
2.5.2	Kiinnitys .....	29
2.5.3	Räystäät .....	32
2.5.4	Sokkeli .....	33
2.5.5	Pellitykset .....	33
2.5.6	Kasvillisuus .....	34
3	Käsitlemättömän puujulkisivun ylläpito .....	35
3.1	Huoltotarpeet .....	35
3.2	Värin palautus .....	36
4	Käsitlemättömän puujulkisivun vaikutus rakennuskustannuksiin ja kierrätykseen .....	39
4.1	Kierrätettävyys .....	39
4.2	Hallirakennuksen julkisivumateriaalien kustannusvertailu .....	40
5	Käsitlemättömissä puujulkisivuissa käytettyjä puulajeja .....	41
5.1	Kuusi .....	41
5.2	Mänty .....	42
5.3	Haapa .....	43
5.4	Lehtikuusi .....	44
5.5	Tammi .....	46
5.6	Douglaskuusi .....	47
5.7	Jättiläistuija .....	48
6	Vähäisesti käsitellyt puujulkisivut .....	49
6.1	Öljytty puu .....	49
6.2	Lämpökäsitelty puu .....	50
6.3	Furfuloitu puu .....	51
6.4	Asetyloity puu .....	52
6.5	Rautasulfaatti .....	53
7	Johtopäätökset .....	54
8	Pohdinta .....	55
	Lähteet .....	56

## 1 Johdanto

1800-luvulle asti suomalaiselle kyläkuvalle oli tunnusomaista "kansallisharmaa", kunnes taloja alettiin maalata lähinnä koristeellisuuden takia. Oikein suunniteltu ja rakenteellisesti oikein toteutettu puujulkisivu ei välttämättä tarvitse säilyäkseen suojamaalauksella. Käsitlemättömyys korostaa puun luonnetta ja luontaista kauneutta. (Siikanen 2007, 41.) Käsitlemättömyyttä puuta tulee kuitenkin käyttää, kuten kaikkia rakennustarvikkeita, vain sille soveltuvissa kohteissa. Joka paikkaan käsitlemättömän puujulkisivu ei sovi esteettisyyden tai liian rasittavan ympäristön takia. Kestävän puujulkisivun valintaa helpottaa kuva 1.

Suomessa ja muualla maailmassa lukuisien kohteiden julkisivuja on toteutettu käsitlemättömästä tai vähäisesti käsitellystä puusta, mutta käsitlemättömien puujulkisivujen toteuttamisesta löytyy vain vähän ajantasaista suomenkielistä ohjeistusta. Esimerkiksi puujulkisivuja käsitlevässä RT-kortissa (RT 82-10829 2008, 11) käsitlemättömästä puusta julkisivussa kerrotaan vain vähän. vain päre ja paanu otsikon alla. Toinen maininta RT-kortistosta löytyy puujulkisivujen uudis- ja huoltomaalaus RT-kortista (RT 29-10572 1995, 4), jossa vain todetaan että "rakenteellisesti oikein toteutettu puujulkisivu ei välttämättä edellytä maalausta". Käsitlemättömistä puujulkisivuista ei myöskään löydy tietoa tai ohjeita puuinfoilta.

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia miten käsitlemättömän puu sopii julkisivumateriaaliksi nykyrakentamiseen Suomessa ja antaa yleiskäsitys käsitlemättömistä puujulkisivuista. Opinnäytetyössä oli myös tarkoitus selvittää, mitä vaatimuksia puun käsitlemättömyys tuo suunnitteluun ja rakentamiseen sekä selvittää käsitlemättömän puujulkisivun rajoitteet, haitat ja hyödyt. Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jonka lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin kahta erillistä kohdetta Pohjois-Karjalasta, joiden julkisivuissa on käytetty käsitlemättömää puuta.



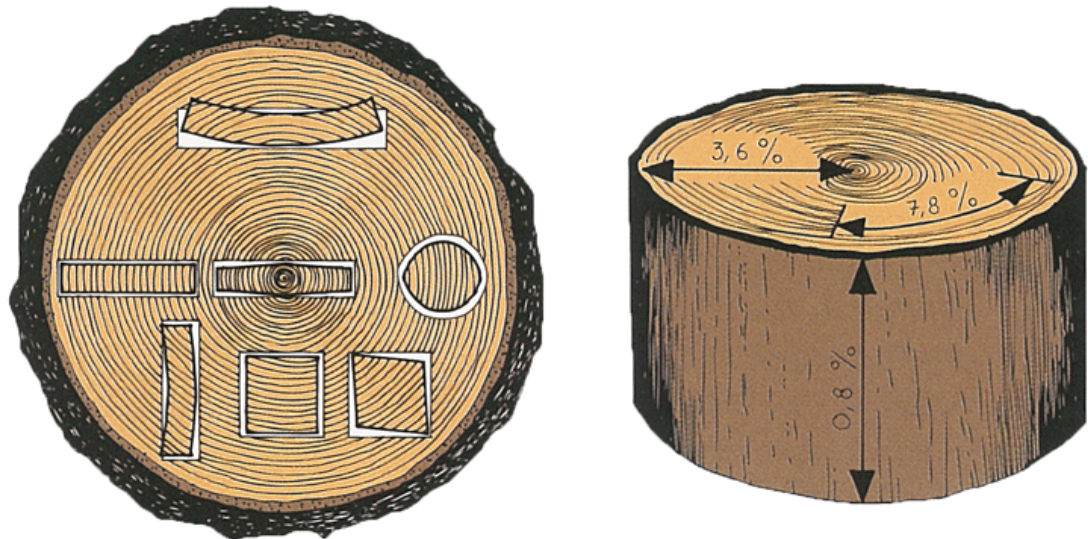
Kuva 1. Kestävän puujulkisivun suunnitteluprosessi (Davies & Wood 2010, 88)

## 2 Käsittelemättömän puujulkisivun ominaisuudet ja vaatimukset

### 2.1 Kosteuseläminen

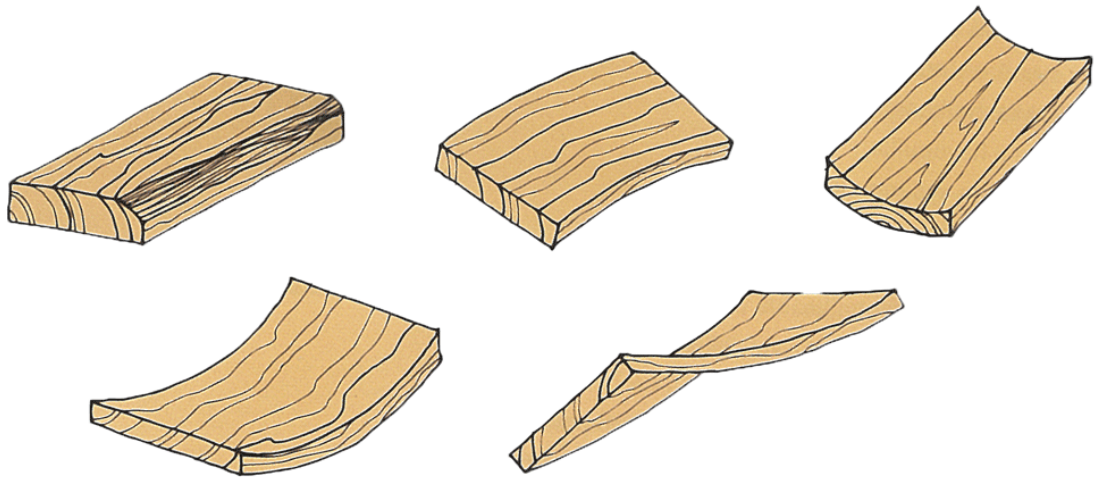
Puu on hygroσκοoppinen eli vettä imevä aine ja se kutistuu ja laajenee vallitsevan ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Puu aloittaa elämisen vasta puun syiden kyllästymispisteen alapuolella. Kyllästymispiste on Suomen valtapuulajeilla noin 30 %. Ulkoverhouslautojen tasapainokosteus on lähellä 18 %:a, johon ulkoverhouslaudat yleisesti pyritäänkin kuivaamaan. Ulkoverhouslautojen kosteus on suurimman osan ajasta alle 30 %, jolloin elämistä tapahtuu lähes aina säästä riippuen. (Siikanen 2007, 43–44.)

Puun kosteuseläminen ei kuitenkaan ole tasaista, koska puu on anisotrooppinen materiaali eli se kutistuu ja laajenee eri tavoin vuosirenkaiden säteen ja tangentin sekä syiden suunnassa (kuva 2). Suurinta kutistumista on tangentin suunnassa ja toiseksi suurinta säteen suunnassa ja lähes olematonta syiden suunnassa. Tilavuuskutistuminen on noin 12 %. (Siikanen 2007, 43–44.) Yleensä kosteuden aiheuttama kutistuminen ja laajeneminen lisääntyy puun tiheyden kasvaessa.



Kuva 2. Puun kuivumisesta aiheutuva muodonmuutos (Siikanen 2007, 44)

Säärasitukselle alistuvan puujulkisivun kosteuspitoisuus vaihtelee, mikä aiheuttaa puussa kosteuselämistä. Puun kutistuessa ja laajetessa sen luonnolliset ominaisuudet korostuvat. Epäsäännöllisiä muodonmuutoksia aiheuttavat muun muassa oksat, syyhäiriöt, lyly sekä valmistusviat (kuva 3). Puu halkeilee, vääntyilee, kupertuu, kovertuu ja oksat aiheuttavat rakoja tai tippuvat. (Siikanen 2007, 27–32, 43–44.)



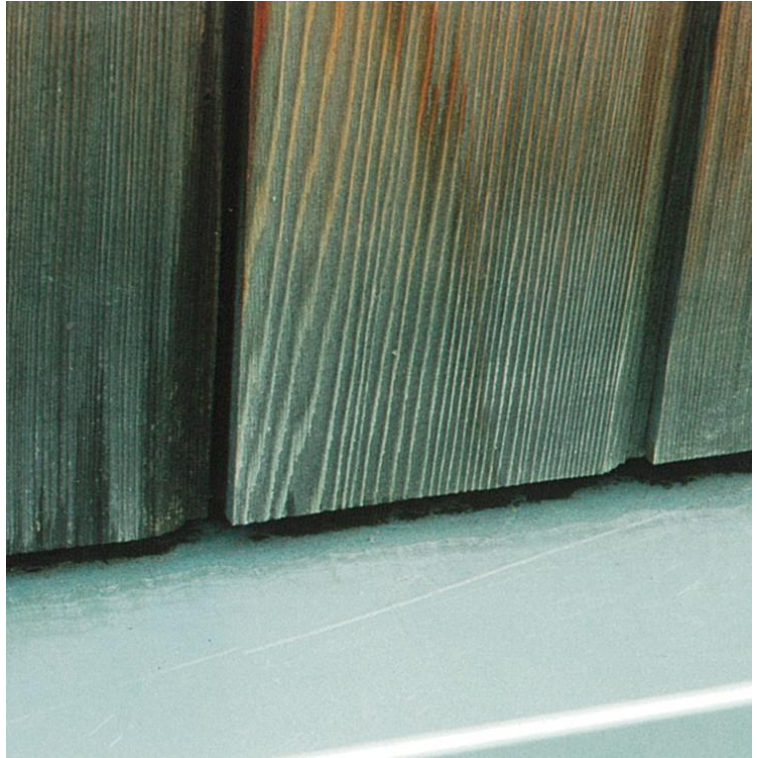
Kuva 3. Sahatavaran valmistusvikoja. Ylhäältä vasemmalta alkaen: vajaasärmäisyys, syjävääräisyys, kovertuminen, lapevääräisyys ja kierous. (Siikanen 2007, 32.)

Käsittelemätöntä puujulkisivua ei suojaa maali tai muu pinnoite, mikä vähentäisi kosteuden pääsyä puulle. Tämän takia käsittelemättömissä puujulkisivuissa olisi hyvä käyttää vähintään 28 mm tai paksumpaa verholautaa, sillä mitä enemmän puulla on massaa pinta-alan nähden, sitä paremmin se pystyy tasamaan kosteutta ja pitämään kosteuspitoisuuden mahdollisimman tasaisena. Tämä vähentää kosteuselämistä. Kosteuselämisen takia on myös suositeltavaa, että leveämpien ulkoverhouslautojen tulisi olla myös paksumpia. (RT 82-10829 2004, 2.) Liian paksu puu kuitenkin halkeilee, mutta silloin puhutaan yleensä jo hirsistä. (Kaila 1997, 287–291.)



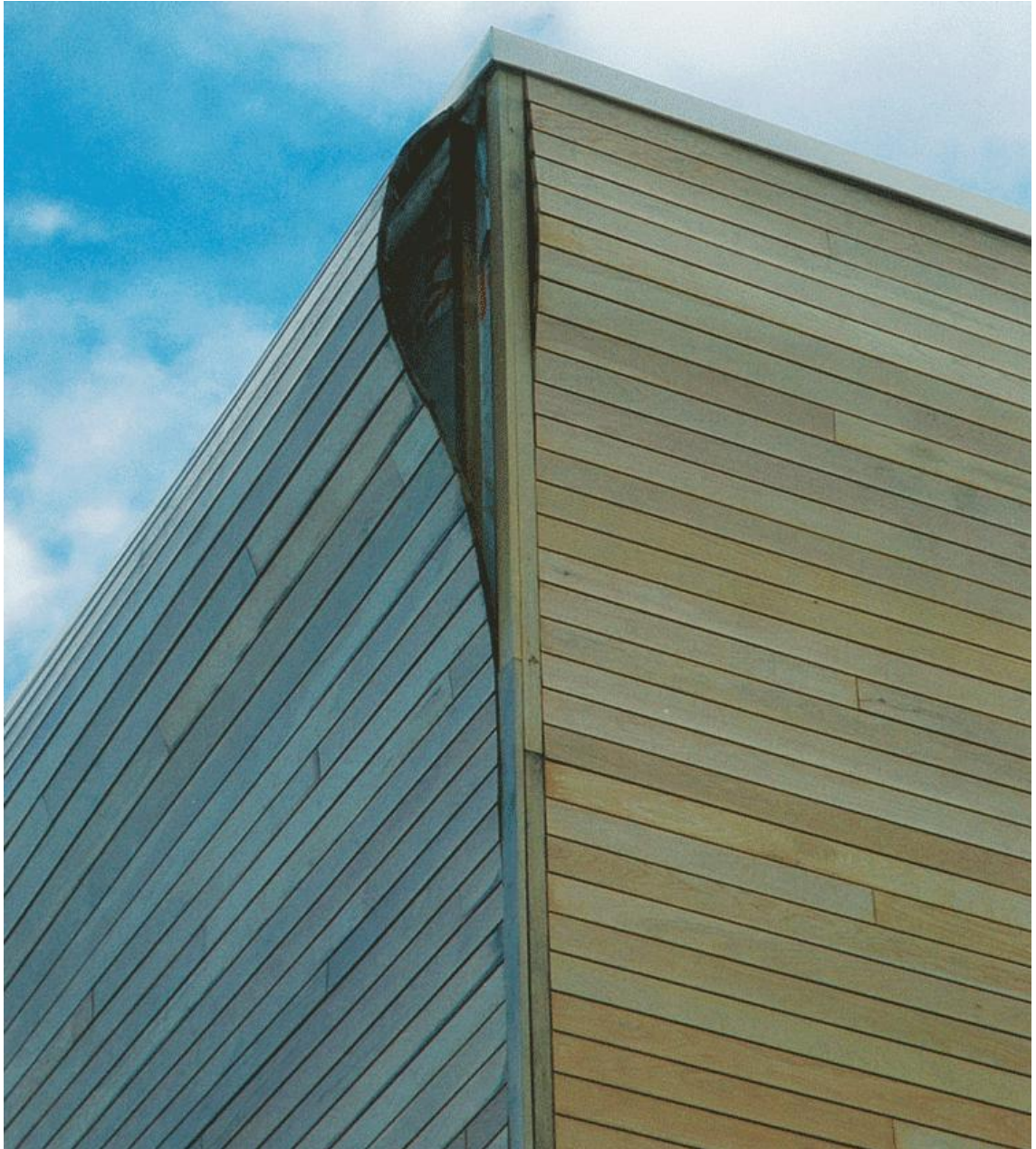


Kuva 4. Kupertuneet verhouslaudat  
(Davies & Wood 2010, 72)



Kuva 5. Verhouslautojen avautuneet saumat (Davies & Wood 2010, 72)

Suunnittelussa tulee huomioida puun kosteuseläminen, jotta vältetään ei-toivotuilta muutoksilta julkisivuissa. Tällaisia muutoksia ovat esimerkiksi kupertuminen (kuva 4), saumojen avautuminen (kuva 5) ja julkisivun pullistuminen (kuva 6). Kovertumista, kupertumista ja kieroutta voi ennalta ehkäistä kuivaamalla puutavara tarkemmin ja käyttämällä puun elämistä estävää kiinnitystapaa. Saumojen aukeamisen voi estää valitsemalla pontatun laudan, jossa on tarpeeksi pitkät pontit. Saumoihin kuitenkin pitää jättää paisuntavaraa, että puu pystyy elämään. Puutteelliset paisuntavarat aiheuttavat julkisivuun pullistumia. (Davies & Wood 2010, 69–72.)



Kuva 6. Pullistunut julkisivu. Liian pienin paisuntavaroin ja liian kuivana asennetun verhouslaudan aiheuttama kohouma. Puu on valkotammea (*American white oak*). (Davies & Wood 2010, 70.)

## 2.2 Biologiset vaurion aiheuttajat

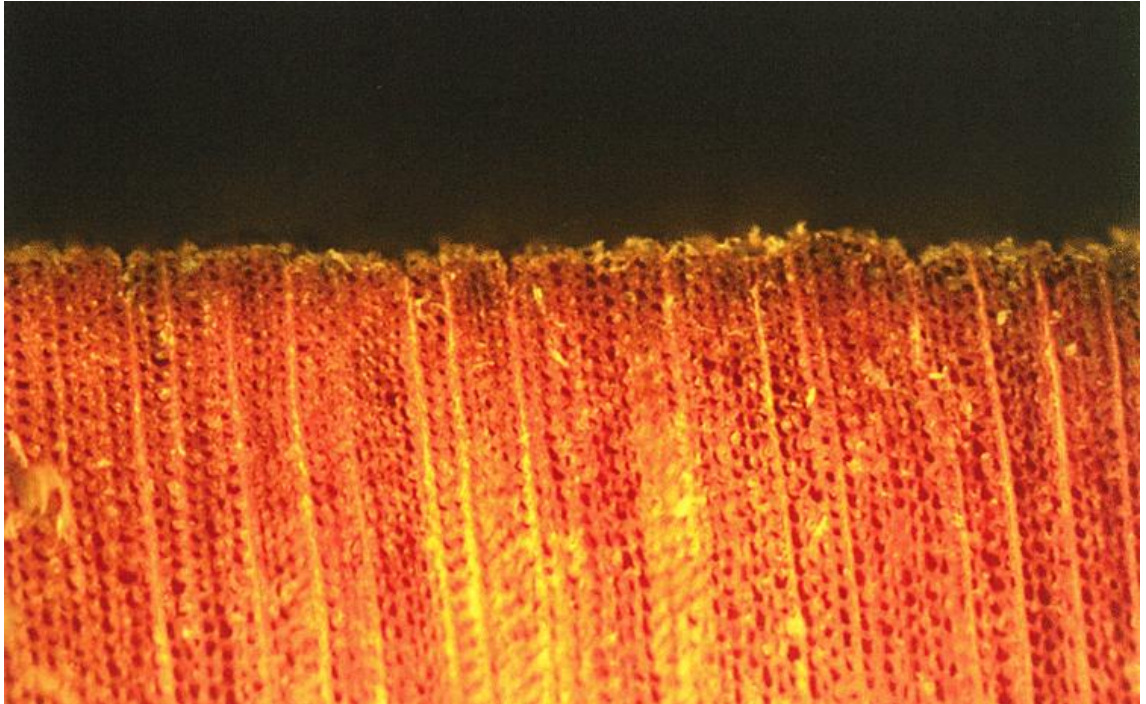
Puun biologisessa hajoamisessa bakteerit, sienet ja hyönteiset toimivat vuorovaikutuksessa. Paras keino biologisia vaurioita vastaan on rakenteellinen suojaus, jolloin kosteus pysyy kurissa eikä vaurion aiheuttajille synny otollisia olosuhteita.

Suomessa puun lahoaminen on hyönteisiä suurempi haitta, kylmän ilmaston ollessa useimmille puuta tuhoaville hyönteisille riittävä este. Toisin on eteläisemmissä maissa, joissa hyönteiset nousevat suuremmaksi haitaksi kuin laho. Julkisivussa hyönteiset voivat aiheuttaa lähinnä visuaalista haittaa aiheuttamalla puunpintaan pieniä reikiä, niin sanottuja lentoreikiä. Suomessa hyönteis- ja lahovauriot esiintyvät kuitenkin monesti yhdessä, jolloin pääasiallinen tuhon aiheuttaja on liiallinen kosteus. Paras keino hyönteisienkin torjuntaan on rakenteellinen suojaus, sillä puun kuivuessa märkää puuta syövät hyönteiset kuolevat. Torjuntakäsittelyä vaativia tervettä puuta tuhoavia hyönteisiä kuten termiittejä ja tupajäärää ei Suomessa esiinny kylmän ilmaston ansiosta. (Kaila 1997, 356–380.)

Bakteerit, home-, sinistäjä- ja lahottajasienet tuhoavat puuta tai vaikuttavat sen ominaisuuksiin. Ulkona olevilla pinnoilla on aina runsaasti erilaisia itiöitä. Ulkoverhouslaudalle itiöt ovat kuitenkin harmittomia niin kauan kun puu ei pysy liian kauaa kosteana.

Käsittelemättömän puujulkisivun luonnollinen harmaa väri on sinistäjäsenen aiheuttama. Yleisin puun harmaantumiseen vaikuttava sinistäjäseni on *Aureobasidium pullulans*. Harmaantuakseen puun kosteuden tulee olla 30 – 120 % ja lämpötilan -3 – +40 °C. Ihanteellinen lämpötila on +22 – +28 °C. Sinistäjäsenet elävät puun pinnalla ja vahingoittavat vain vähäisessä määrin puun pintasoluja. Puun pinnalla oleva sienirihmasto jopa suojaa ulkoisilta rasituksilta. Sinistäjäsenet eivät vaikuta puun lujuusominaisuuksiin, eivätkä ne aiheuta haittaa ihmisen terveydelle. Sinistäjäsenet tosin muodostavat jo harmaantuneeseen puunpintaan pieniä mustia täpliä, jotka ovat sinistäjän itiöemiä. Kosteimmissa kohdin julkisivua mustat täplät voivat olla myös homeita. Jotkut sinistäjäsenet voivat värjätä puun myös mustaksi, siniseksi tai ruskeaksi ja aiheuttaa lahoa kosteissa paikoissa. (Siikanen 2007, 75–76, Kaila 1997, 571–573.)





Kuva 7. Valaistu leikkaus harmaantuneesta euroopanlehtikuusesta (*European larch*). Puun pinta on harmaantunut ja karhentunut, mutta visuaalisesti puu näyttää muuten muuttumattomalta. (Davies & Wood 2008, 63.)

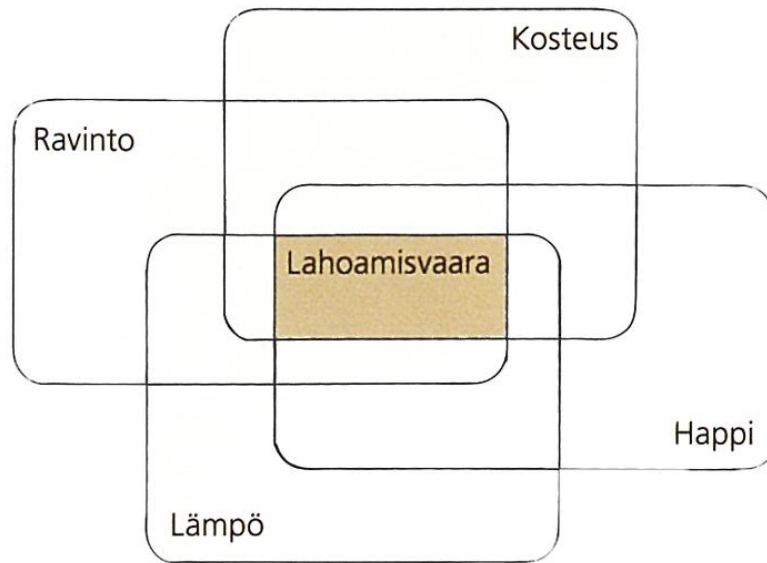


Kuva 8. Pinnalta homehtunutta puutavaraa (Siikanen 2007, 75)



Kuva 9. Sinistäjäsiementen aiheuttamaa värivikaa julkisivun alapinnassa (Siikanen 2007, 75)

Puun kosteuden tulisi pysyä pitkiä aikoja 20 – 60 %:ssa, että se alkaisi vaurioitua. Tällöin ympäröivän ilman suhteellinen kosteus on yli 80 – 90 %. Puu ei kuitenkaan vaurioidu pakkasella, vaikka ilman suhteellinen kosteus voi pysyä tuolloin pitkäänkin yli 85 %:n. Lahoamisen ja homehtumisen edellytyksenä on +0 – +40 °C:n lämpötila. Kuvan 10 kaikki tekijät vaikuttavat samanaikaisesti lahoamiseen ja myös homehtumiseen. Esimerkiksi jos kosteus alenee, vaara häviää. (Siikanen 2007, 73–75.)



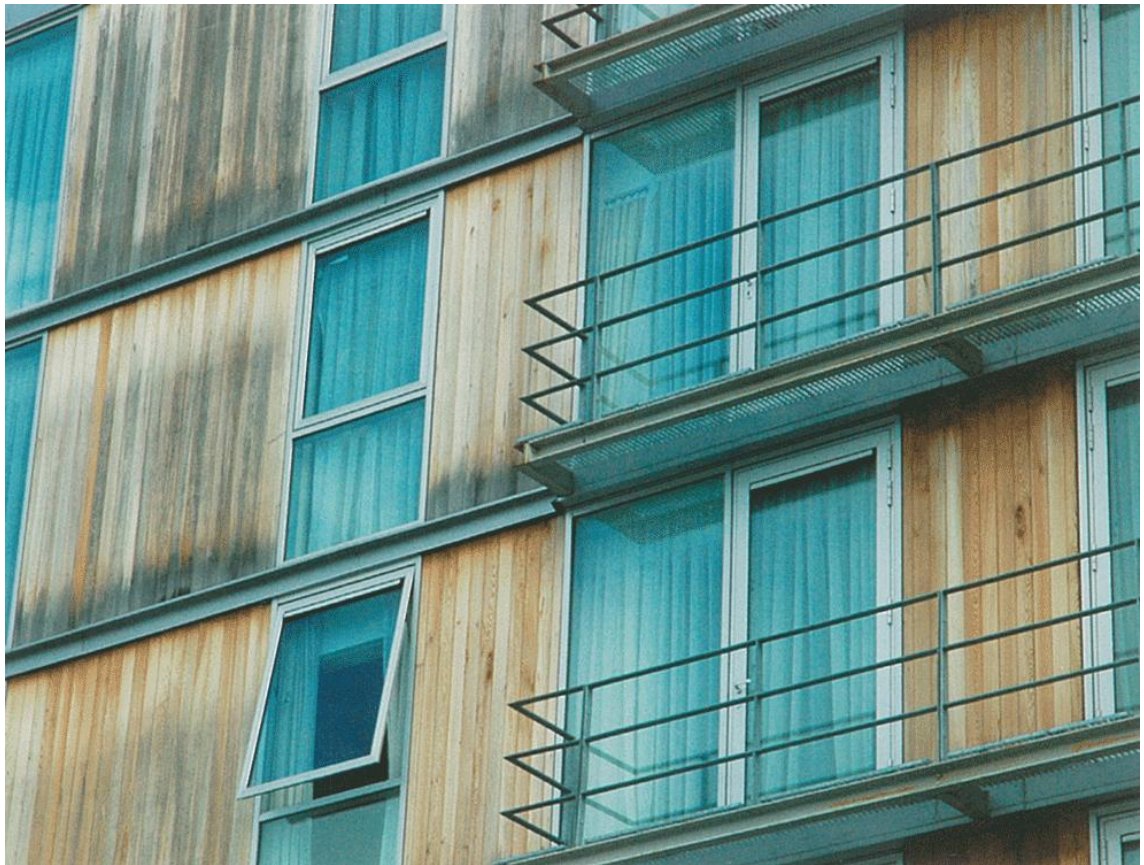
Kuva 10. Lahoamisvaaran aiheuttavat tekijät (Siikanen 2007, 74)

### 2.3 Säärasitus

Puun käsittelemättömyyden takia suurimmat julkisivun ulkonäköön vaikuttavat tekijät ovat säärasitukset, kuten viistosade ja auringonsäteily. Tämän takia suunnittelussa korostuu parvekkeiden, katosten, syvennysten ja muiden julkisivun säärasitukseen vaikuttavien tekijöiden suunnittelu. Lisäksi paikalliset olot, kuten maaston muodot, puusto, kasvillisuus ja viereiset rakennukset vaikuttavat merkittävästi julkisivujen lämpötilaan, kosteuteen, auringonvaloon, sateeseen ja tuuleen.

### 2.3.1 Sade ja tuuli

Käsittelemätön puujulkisivu kastuu sateella viistosateen ja roiskeiden vaikutuksesta. Kosteus vaikuttaa paljon käsittelemättömän puujulkisivun ulkonäköön, koska kuivana pysyvä puu ei harmaannu luonnostaan. Sinistäjäsenet, jotka saavat puun harmaantumisen aikaan tarvitsevat kosteutta. Sään armoilla ollessaan käsittelemätön julkisivuverhous alkaa muutaman kuukauden sisään harmaantua ensimmäisenä eniten kastuneista paikoista. Eri puulajit, verhouslaudat, puiden oksat ja sydänpuu harmaantuvat eri tahtiin ajan myötä riippuen kosteuden- ja valonsaannista. (Kaila 1997, 570–573.) Käsittelemätön puun pinta imee myös vettä, jolloin vesi tummentaa väliaikaisesti kosteimmilta kohdilta julkisivua.



Kuva 11. Epätasaisesti harmaantunut puujulkisivu. Verhouslaudoissa näkyy roiskeveden aiheuttama nopeampi harmaantuminen. Puu on jättiläistuijaa (*Western red cedar*). (Davies & Wood 2010, 65.)





Kuva 12. Epätasainen harmaantuminen. Katoksen ja pellityksen suojaamilla osilla kosteusrasitus on ollut vähäisempi. Puu on tammea. (*Oak*) (Davies & Wood 2010, 62.)

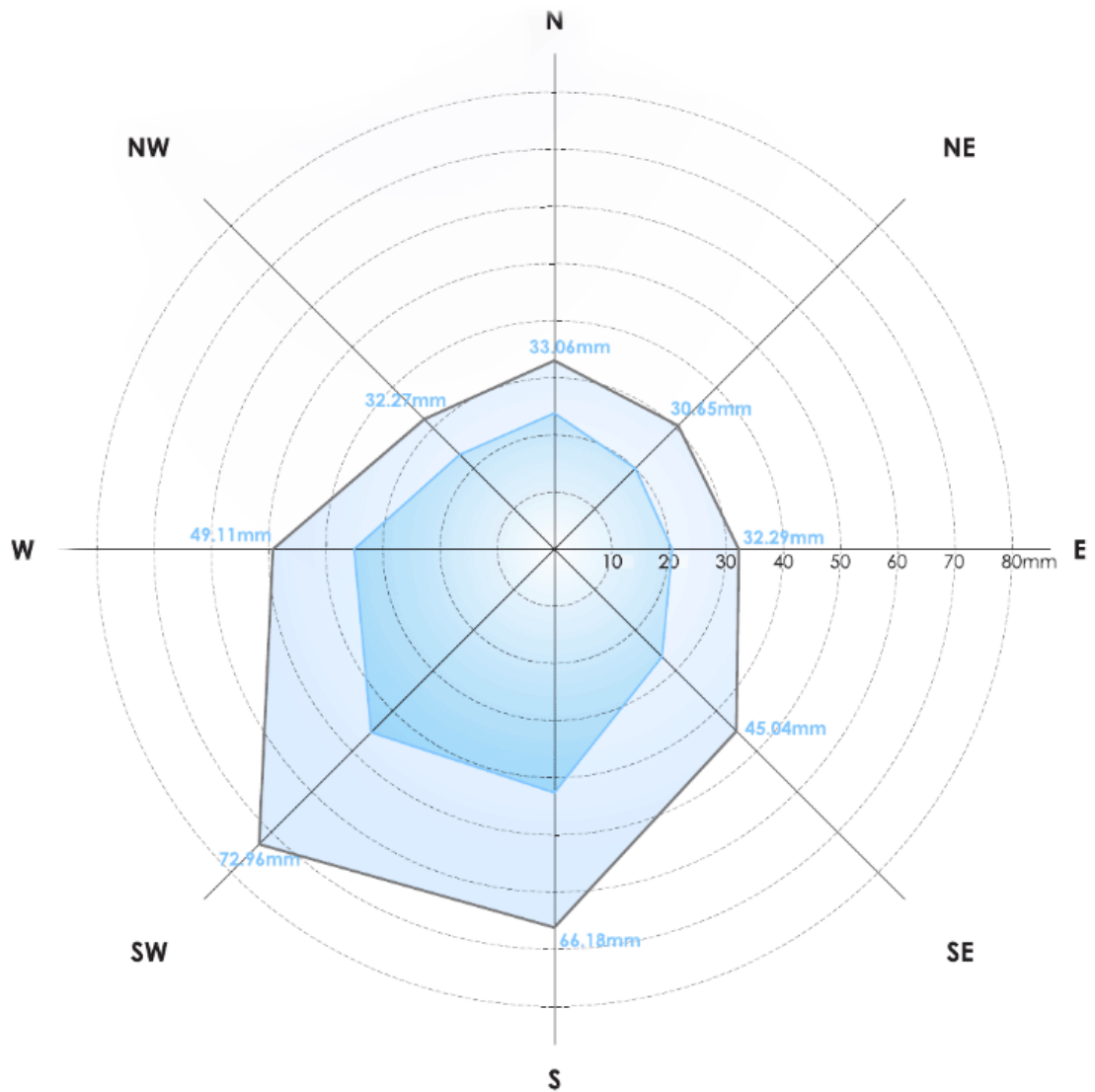


Kuva 13. Epätasainen harmaantuminen. Julkisivussa olevat listat ovat joutuneet kovemmalle kosteusrasitukselle. Puu on tammea (*Oak*) (Davies & Wood 2010, 65.)



Kuva 14. Kosteassa paikassa oleva tasaisesti harmaantunut julkisivu. Puu on tammea (*Oak*). (Davies & Wood 2010, 65.)

Kuvassa 15 on esitetty Heinosen (2013) viistosaderuusuke. Ruusukkeessa on 30 vuoden keskiarvo koko vuoden viistosade määristä ilmansuunnittain Tampereella. Oletuksena on ollut että sade tulee vetenä (sininen) huhtikuusta lokakuuhun ja lumena (siniharmaa) marraskuusta maaliskuuhun. Lähtötietoina Heinonen on käyttänyt Ilmatieteen laitoksen julkaisua: Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010.



Kuva 15. Viistosaderuusuke. Koko vuoden viistosateen määrän kertymät ilmansuunnittain Tampereella. (Heinonen 2013, 36.)





Kuva 16. Ladon vihertynyt pääty



Kuva 17. Sama pääty sisäpuolelta

Verhouslauta kestää kovaakin kosteusrasitusta jos se pääsee kuivamaan hyvin toiselle puolelle. Kuvissa 16 ja 17 oleva lato on rakennettu 50-luvulla, eli julkisivu lähenee 60 vuoden ikää. Kosteassa ja varjoisassa paikassa olevan ladon päätyyn on tarttunut samalta ja levää, mutta sisäpuolelta puun pinta vastaa vieläkin lähes uutta. Aikanaan vallinneen ajattelutavan mukaan paikka on ollut liian kostea pellolle, joten paikka on jäänyt ladolle.

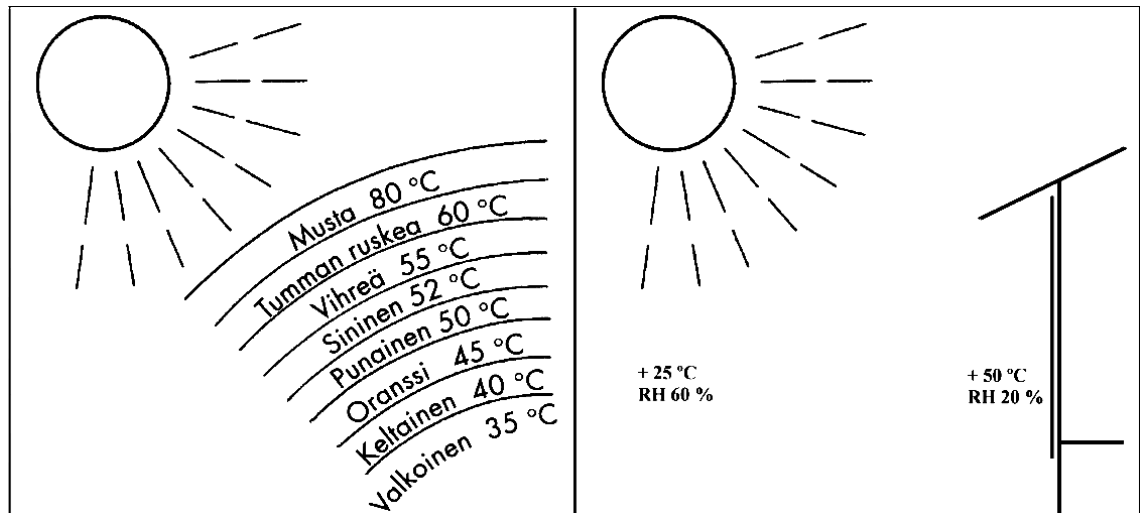
### 2.3.2 Auringon säteily

Aurinkoisella puolella pinta kellastuu nopeammin ja myös harmaantuu hitaammin. Auringon lämmittämä pinta kuivuu nopeammin ja pysyy kuivana, jolloin sinistäjä kasvaa hitaammin kosteuden puutteen takia. Käsittelemättömiin puujulkisivuihin soveltuu vanha sanonta: "Ei sade syö pärekattoa vaan aurinko". Aurinko kuluttaa puuta kahdella tavalla: lämmöllä ja valolla. Lämpö lisää pinnan pintahalkeilua ja valo taas aiheuttaa foto-oksidaation (valorapautumisen), joka kuluttaa pintaa. (Siikanen 2007, 73.)



Kuva 18. 70 vuotta vanhat hirsijulkisivut. Vasemman puoleinen julkisivu on varjoisalla puolella ja oikean puoleinen päivän puolella. Hirret on käsitelty punamullalla ja nurkka-laudat öljymaalilla. (Kaila 1997, 298.)

Auringon lämpösäteily ja sään vaihtelu aiheuttaa kosteuden ja kuivuuden äkillisen vaihtelun, joka laittaa puun pinnan kovalle rasitukselle. Puun pinta kutistuu ja laajenee taukoamatta, jolloin mikroskooppiset repeämät kasvavat. Halkeillut pinta taas imee entistä paremmin vettä ja nopeuttaa kutistumista ja laajentumista, joka kiihdyttää halkeilua. Vuosien kuluessa varjossa olevassa puussa on vasta pieniä halkeamia, kun taas auringon puolella halkeamat ovat syviä ja pinta sälöytynyttä. (Kaila 1997, 296–300.) Myös väri vaikuttaa merkittävästi auringon lämpösäteilyn imeytymiseen (kuva 19). Tästä syystä varsinkin tummat puunsuoja-aineet saattavat vain pahentaa vaurioitumista aurinkoisilla paikoilla. (Siikanen 2007, 73.)



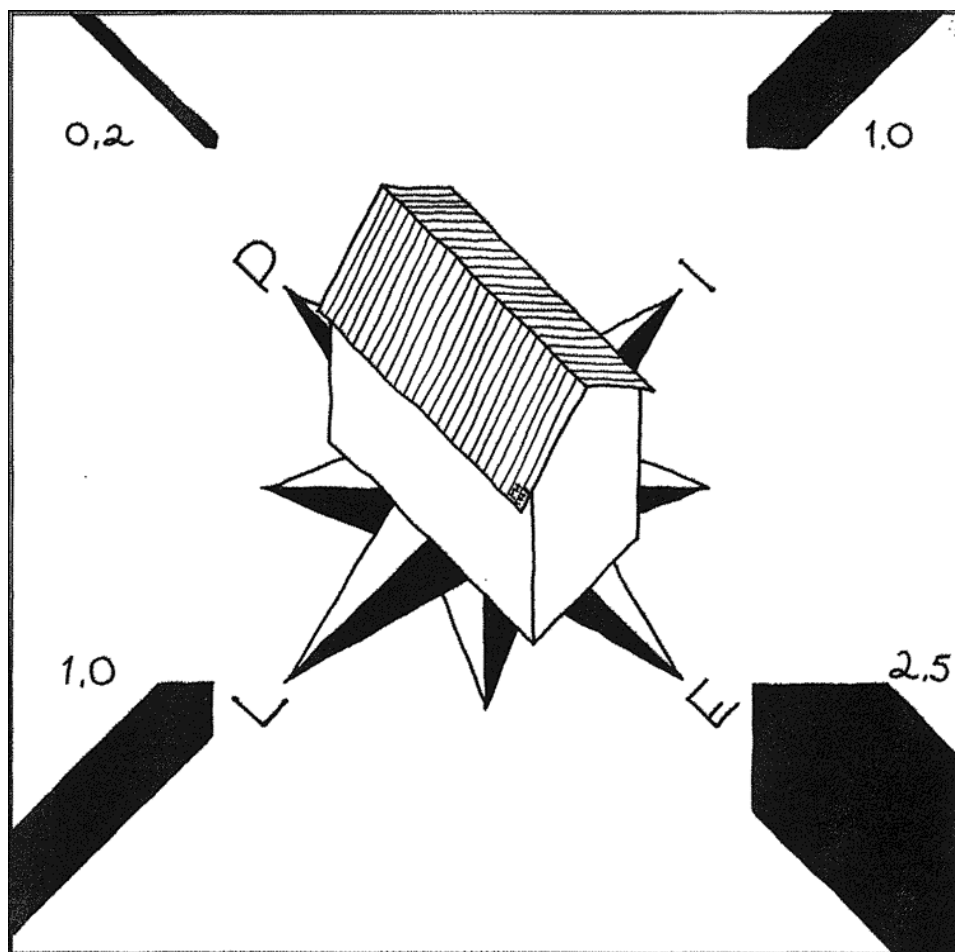
Kuva 19. Pinnan värin vaikutus eteläjulkisivun pintalämpötilaan aurinkoisena päivänä (Ahonen 1996)

Auringossa käsittelemätön puun pinta kellastuu foto-oksidaation vaikutuksesta. Puun sisältämä ligniini hajaantuu ja värjää puun kellertäväksi, vuosien mittaan lopulta ruskeaksi. Foto-oksidaatio vaatii auringonvaloa ja kosteutta, jota löytyy tuoreesta puusta ja säästä riippuen myös ulkoilmassa. Jos kosteutta on tarpeeksi puu harmaantuu muutamien kuukausien kuluttua. Foto-oksidaation aiheuttaa puoliksi UV-säteily ja näkyvä valo. Ajan myötä harmaa pinta alkaa muuttua ruskeaksi ja lopulta auringon polttama puu on mustanruskeaa ja sitä voi värittää oksien keltaiseksi hapettunut pihka. Ruskea ligniini huuhtoutuu paikoitellen vuosikymmenien kuluessa ja esimerkiksi rakojen kohdalla pinnoista saattaa tulla lähes valkoisia. Pinnalle jää puhdasta selluloosaa sisältävää harmaata nukkaa, joka jää suojaamaan puuta auringonsäteilyltä. (Kaila 1997, 570–573.)

Valorappeutuminen kuluttaa puun pintaa 5–12 mm vuosisadassa. Valohapettuminen kuitenkin hidastuu ajan myötä 1–2 mm vuosisadassa, kun selluloosakuidut ligniiniin hajoamisesta ovat vieläkin suojana puun pinnalla. (Siikanen 2007, 73.) Tätä harmaata nukkaa ampiaiset käyttävät pesänsä muuraukseen (kuva 20) (Kaila 1997, 572).



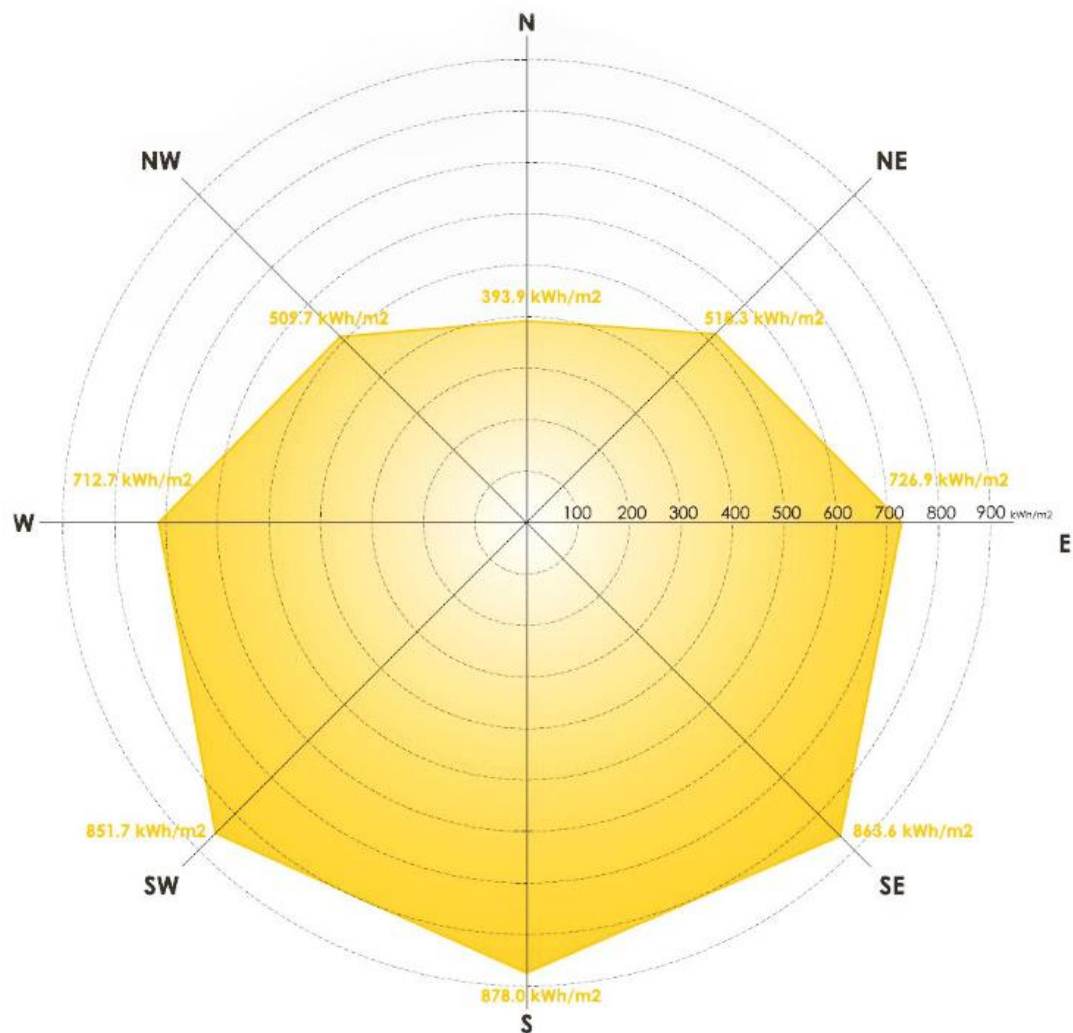
Kuva 20. Ampiainen keräämässä selluloosaksi peseytyneiden puunsolujen pehmeää nukkaa. (Davies & Wood 2010, 63.)



Kuva 21. Auringon rasitus ilmansuunnittain suojaamattomilla pinnoilla. (Kaila 1997, 293.)



Ilmansuunnat vaikuttavat suuresti auringon tuottamaan rasitukseen. Kuvassa 21 olevat kertoimet kertovat likimain miten pitkään julkisivu kestää. Jos idän ja lännen julkisivut kestävät 100 vuotta, kestää samanlainen julkisivu eteläpuolella 40 vuotta ja pohjoispuolella 500 vuotta. (Kaila 1997, 293.) Julkisivun kuluminen ei kuitenkaan ole suoraan verrannollinen siihen, kuinka paljon auringon säteilyä tulee julkisivuille. Kuvassa 22 on esitetty Heinosen (2013) aurinkoruusuke, jossa eteläjulkisivulle tulee vain noin 1,2 kertaa enemmän säteilyä kuin länsi- ja itäjulkisivuille. Ruusukkeessa on 30 vuoden keskiarvo koko vuoden kokonaissäteilystä pystypinnoille Vantaalla. Lähtötietoina Heinonen on käyttänyt Ilmatieteen laitoksen raporttia: Rakennusten energialaskennan testivuosi 2012 ja arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista.



Kuva 22. Aurinkoruusuke. Koko vuoden auringonsäteilyn kertymät ilmansuunnittain pystypinnoille Vantaalla. (Heinonen, 2013,28)



Kuva 23. Auringon vaikutus julkisivuun

Kuvassa 23 näkyy hyvin auringon vaikutus käsittelemättömän puun vanhentumiseen kaakkoon päin sijoittuvassa julkisivussa. Laudat ovat kirkkaimman väriset peltikaton yläpuolella, johon aurinko on säteillyt suoraan paistamalla ja peltikaton kautta heijastamalla. Räystäään auringolta suojaama alue on jo päässyt harmaantumaan. Julkisivu on 12 vuotta vanhaa kuusilautaa.

## 2.4 Kestävyys

Kestävyyttä voidaan mitata ajalla, jonka puu säilyy käyttökelpoisena. Riippuen olosuhteista puu kestää muutamasta vuodesta tuhansiin vuosiin käyttökelpoisena. Esimerkiksi tasalämpöisessä tilassa puu säilyttää ominaisuutensa yli 1000 vuotta. Faaraoiden haudoista on löydetty lähelle 4500 vuotta vanhaa eebenpuuta. Puun kestävyys voi jakaa fyysiseen, kemialliseen ja biologiseen kestävyyskategoriaan. (Marynowicz 2008, 227–228.) Käsittelemättömälle puujulkisivuille tärkeintä on kuitenkin biologin kestävyys.

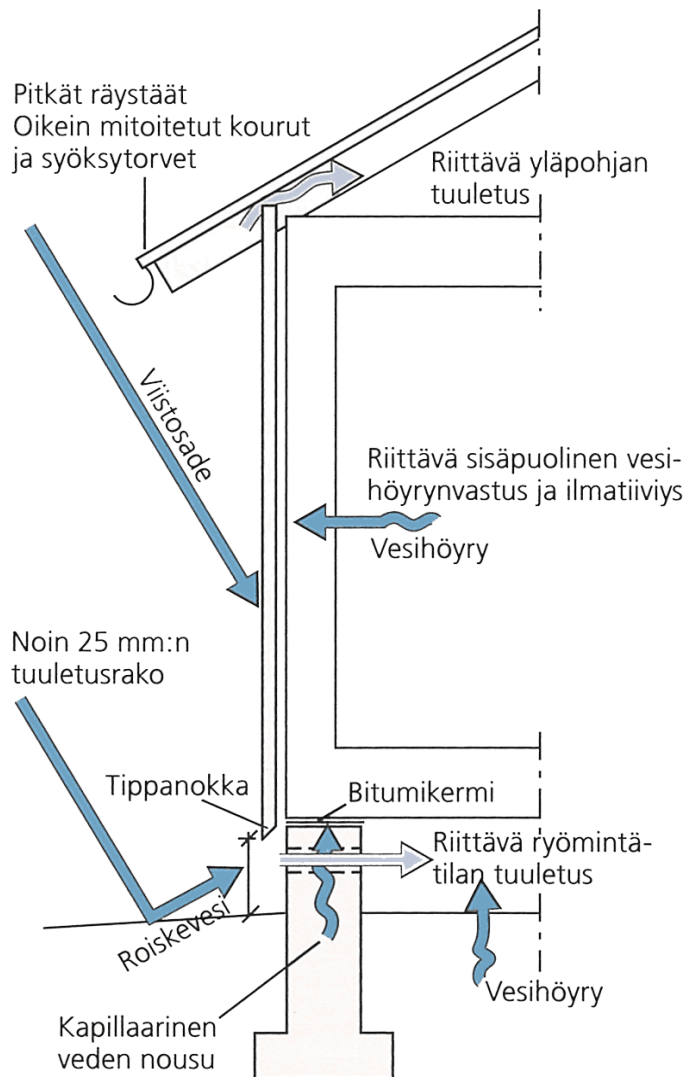
Puun kestävyys koostuu monesta eri tekijästä, eikä kestävyys ole riippuvainen esimerkiksi puun tiheydestä. Aineilla kuten: ligniinillä, tanniineilla, kumeilla, pihkalla, proteiineilla, sokereilla, vitamiineilla ja steroreilla on suuri vaikutus puun kestävyyskategoriaan. Esimerkiksi sydänpuu yleisesti kestävämpää, koska se sisältää useasti enemmän pihkaa, tanniineja ja kumeja. Puut myös suojaavat itseään sieniä ja hyönteisiä vastaan erittämällä pihkaa. (Marynowicz 2008, 227–228.)

Puulajien kestävyksiä ulkoilmassa Marynowiczin (2008, 227) mukaan:

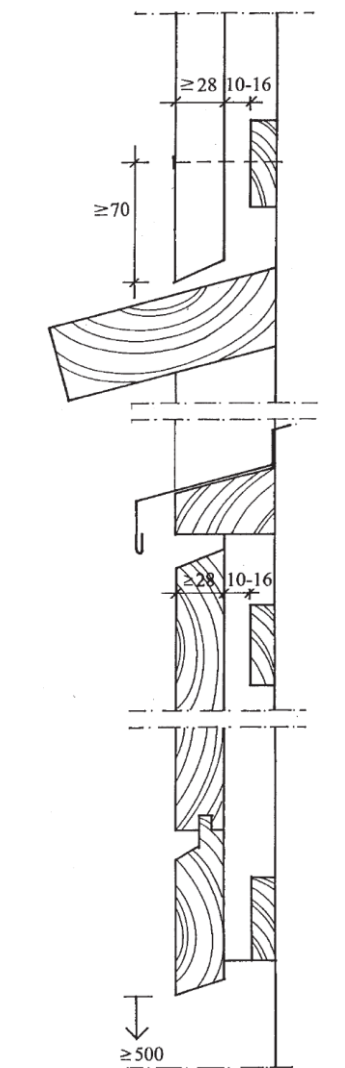
- kestäviä: kaktus, kastanja, pähkinä, jalava ja valeakaasia.
- kohtalaisen kestäviä: kuusi, mänty, saarni ja pihta
- herkkiä: vaahtera, koivu, limepuu, paju, poppeli, pähkinäpensas, pyökki, platanus ja haapa

## 2.5 Rakenteellinen suojaus

Paras ja tärkein keino julkisivun suojaamiseen ja vaurioiden ehkäisemiseen on rakenteellinen suojaus. Rakenteellisen suojauksen tarkoitus on minimoida sään räsytystä, estää rakenteiden kastuminen, helpottaa veden poistuminen rakenteilta ja mahdollistaa kastuvien rakenneosien kuivuminen. Oikeilla rakenneratkaisuilla pidennetään julkisivun ja itse rakennuksen ikää. Rakenteellista suojausta ovat muun muassa räystäät, sokkelit, kapilaarikatkot, pellitykset ja erilaiset julkisivun detaljit. Jos rakenneratkaisut ovat virheellisiä, ei puun kemiallinen suojauskaan auta. Pahimmassa tapauksessa virheelliset rakenteet päästävät veden rakenteen sisään, josta vesi ei pääse kuivumaan. Tällöin rakennuksesta voi tulla käyttökelvoton.



Kuva 24. Rakenteellinen suojaus  
(Siikanen 2007, 85)

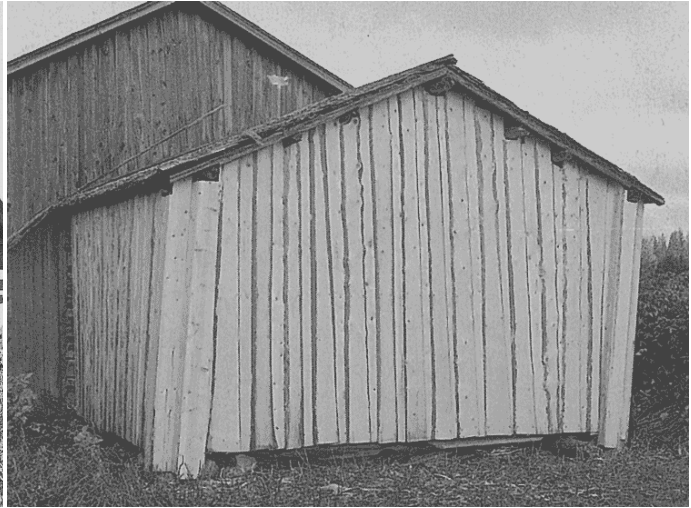


Kuva 25. Anu Soikkelin suosittelemat  
puujulkisivun detaljit (Soikkeli 1999, 31)





Kuva 26. Vanha hirsirakennus  
(Kaila 1997, 299)

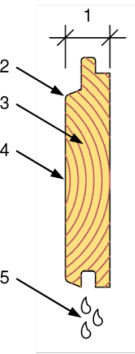


Kuva 27. Sama hirsirakennus suojaverhoiltuna  
(Kaila 1997, 299)

Yleinen tapa suojata vanha tai uusi hirsirakennus on ollut suojaverhous. Kuvien 26 ja 27 aitan varjopuolella oleva ovipuoli on jätetty paljaalle hirrelle ja vain auringon rasituksella joutuvat sivut on verhoiltu. Näin hirsirakennusten ikää voi jatkaa lähes loputtomiin. (Kaila, 1997, 299)

### 2.5.1 Verhouslauta

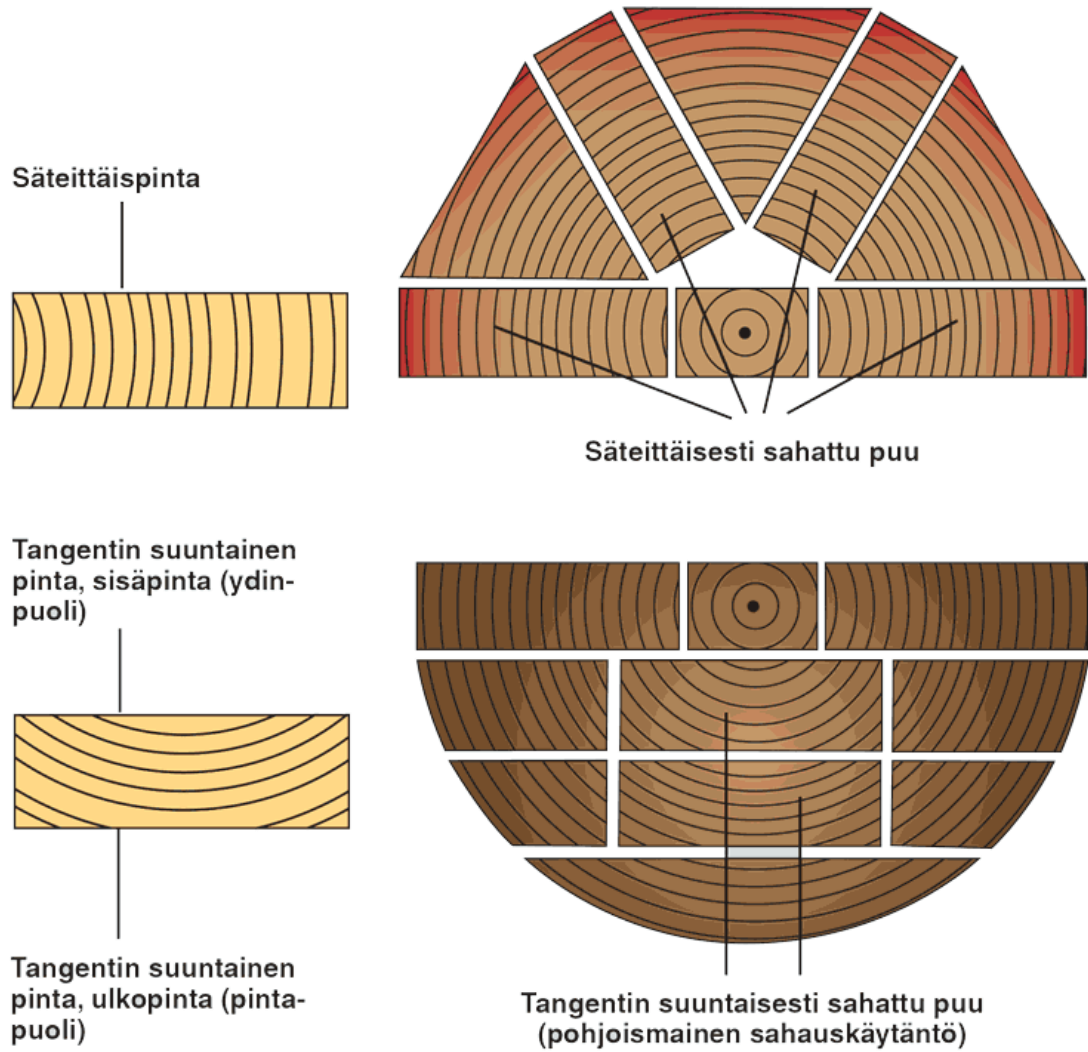
Käsitlemättömän ulkoverhouslaudan laatu määrittää paljon lopullisesta julkisivusta, koska laudassa olevia vikoja ja jatkoksia ei voi peittää maalilla. Lisäksi käsitlemättömän laudan vikoja korostava kosteuseläminen on suurempaa, koska laudan pinnassa ei ole veden imeytymistä estävää kalvoa. Myös säilytyksessä ja tuotannossa tulleet jäljet jäävät näkyviin. Sahattu lautakin käy käsitlemättömään julkisivuun jos karheutta sallitaan. Sahattu lauta tosin likaantuu helpommin ja toimii herkemmin kasvualustana, jonka takia höylätty lauta on monesti parempi vaihtoehto. Höylätty pinta on myös helpompi puhdistaa.

LAUDAN VALINTA	TEKIJÄ	PERUSVAATIMUS	PERUSVAATIMUSTA PAREMPI
	1. Laudan paksuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vähintään 23 mm, leveys ≤ 145 mm</li> <li>Vähintään 28 mm, leveys &gt; 145 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vähintään 28 mm</li> </ul>
	2. Laudan profiili	<ul style="list-style-type: none"> <li>Normaalit ulkoverhouslaudat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Täyspontatut laudat</li> <li>Terävät särmät pyöristetty</li> </ul>
	3. Puutavaran laatu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuusi</li> <li>Männyn sydänpuu</li> <li>Laatuluokka B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuusi</li> <li>Männyn sydänpuu</li> <li>Lämpökäsitelty puu</li> <li>Laatuluokka A</li> <li>Liimatut tuotteet</li> </ul>
	4. Laudan profilointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sydänvapaa sahaus</li> <li>Näkyvä pinta hienosahattu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sydänvapaa sahaus</li> <li>Näkyvä pinta sydänpuoli</li> <li>Näkyvä pinta hienosahattu</li> </ul>
	5. Laudan kosteus	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enintään 18 paino - %</li> </ul>	

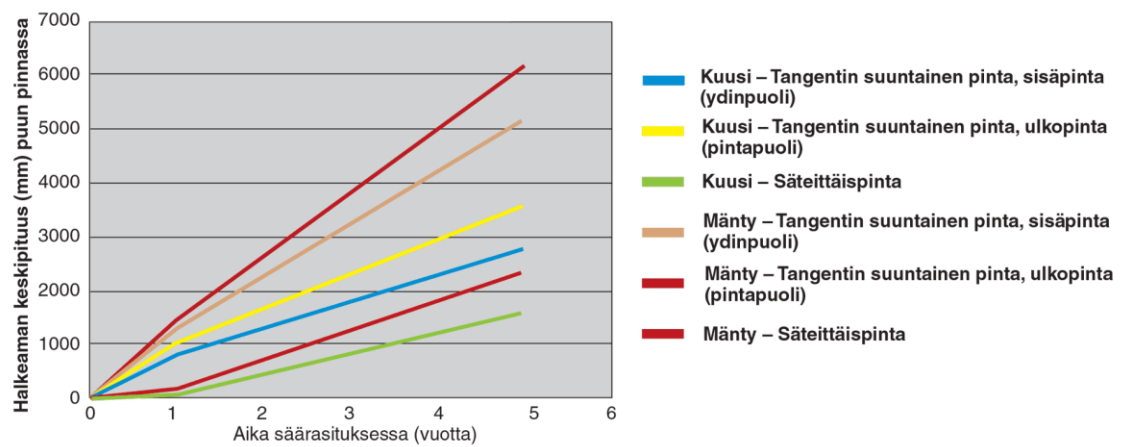
Kuva 28. Ulkoverhouslaudan valinta (Puuinfo 2012,1)

Kestävyyden kannalta puuverhous kannattaa asentaa sydänpuoli ulospäin, tällöin puun kutistuessa kovera puoli jää sisäänpäin ja tiivis ja vähemmän halkeileva pinta jää ulkopuolelle. Lisäksi laudan tyvipää olisi hyvä olla ylöspäin pystyverhouksessa. Tällöin laudan lustokuvio ja mahdollinen sahausnukka on alaspäin, mikä vähentää veden imeytymistä puuhun. (Kaila 1997, 291–295.) Myös erilaisissa julkisivu detaljeissa (kuva 25) tulee huomioida veden helppo poistuminen julkisivupinnoilta. Yksi tärkeimmistä julkisivundetaljeista on tippanokka, jolla varmistetaan veden tippuminen. Julkisivuun ei kannata myöskään jättää tuulettumattomia puskusaumoja, kuten tuulettumatonta jii-rinurkkaa (kuva 31).

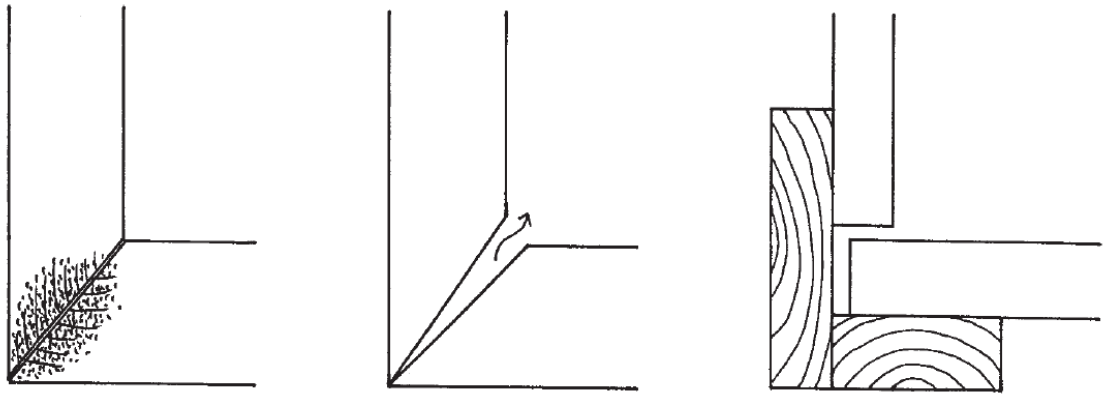
Paras vaihtoehto kestäväksi verhouslaudaksi olisi säteittäisesti sahattu verhouslauta, (kuva 29) jonka pintaan kosteuseläminen ei aiheuta niin paljoa halkeilua (kuva 30). (Virta 2008, 17.) Säteittäisesti sahattu puutavara on kuitenkin aina erikoistavaraa, jolloin hinta on korkeampi ja saatavuus huonompi.



Kuva 29. Ulkoverhouslaudan sahaustapoja (Virta 2008, 17)

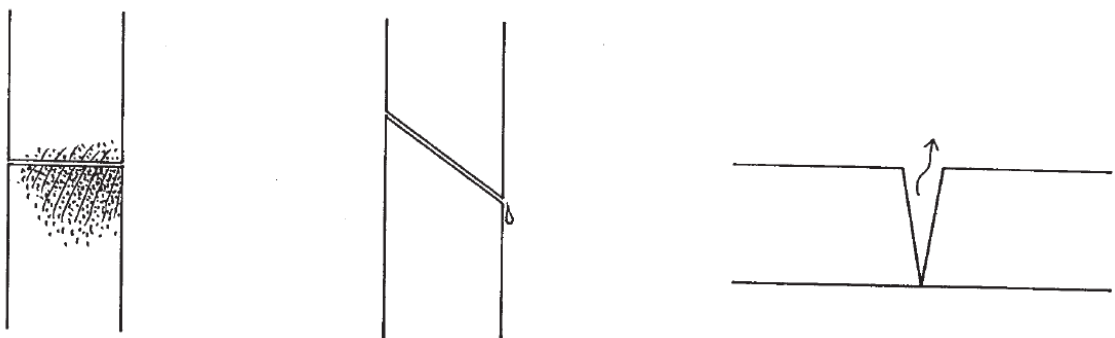


Kuva 30. Eri puulajien ja sahaus suunnan vaikutus pinnan halkeiluherkkyyteen (Virta 2008, 19)



Kuva 31. Jiirinurkka. Oikealla suositeltava nurkkatyyppe, jossa lautojen päät tuulettuvat peitelautojen takana. (Soikkeli 1999, 32.)

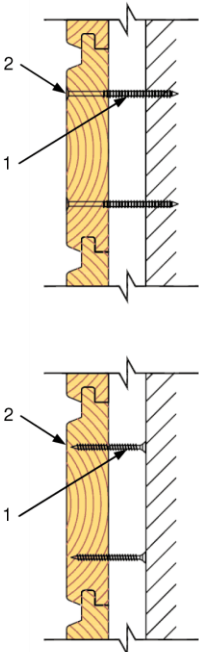
Verhouslautojen jatkoksia tulee välttää sekä pysty- että vaakaverhouksissa, koska jatkoskohdat lyhentävät koko julkisivun ikää keräämällä likaa ja kosteutta. Lisäksi jatkokset joudutaan usein kiinnittämään liian läheltä laudan päätä. Jos jatkoksia on kuitenkin tehtävä, on niistä tehtävä mahdollisimman vähän kosteutta kerääviä (kuva 32). Vaakaverhouksessa liitoskohdan ei tarvitse olla tuen kohdalla, jos käytetään päätypontattuja verhouslautoja, tällöin päittäisjatkoksissa katkaisupinnat olisi hyvä päällystää veden imeytymisen vähentämiseksi. (RT 82-10829, 2004, 11.) Käsittelemättömässä puujulkisivussa jatkospäiden päällystämiseksi on kuitenkin vaarana, että se vaikuttaa julkisivun luonnolliseen vanhenemiseen. Saumakohdissa voi myös käyttää peitelautoja tai peitelistoja (RT 82-10829, 2004, 11).



Kuva 32. Verhouslaudan jatketyyppejä. Oikealla suositeltava jatketyyppe, jossa lautojen päät pääsevät tuulettumaan verhouksen taakse. (Soikkeli 1999, 31.)

## 2.5.2 Kiinnitys

Paras tapa käsittelemättömän puujulkisivun toteutukseen ovat julkisivuelementit tai piilokiinnikkeet. Tärkeintä olisi, että ulkoverhouslaudan pinta pysyisi ehjänä, jolloin siihen ei tule rakoja, johon vesi voi imeytyä. (Puuinfo 2012, 3.) Julkisivuelementit ja piilokiinnikkeet eivät kuitenkaan ole pakollisia onnistuneen julkisivun toteuttamiseksi. Perinteisessä naulakiinnityksessä tulee kuitenkin huomioida etteivät naulat saa upota verhouslaudan pinnan alapuolelle, johon syntyisi ihanteellinen paikka veden imeytymiselle. Viimeistely tulisi tämän takia tehdä aina vasaralla. Naulat voi ampua naulapyssyllä niin, että kannat jäävät pinnan ulkopinnalle.

KIINNITYS	TEKIJÄ	PERUSVAATIMUS	PERUSVAATIMUSTA PAREMPI
	1. Liittimen tyyppi	• Täysikantainen kuumasinkitty naula	• Täysikantainen kuumasinkitty kampa- / kierrenaula tai ruuvi (RST)
	2. Liittimen kanta	• Tasan puun pinnan kanssa	• Kiinnitys ulkoverhouslaudan taustalta (elementointi)
<p><b>MUUTA HUOMIOITAVAA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementoitaessa julkisivut, voidaan ulkoverhouslaudat kiinnittää kiinnityskoolaukseen ruuveilla tuuletusraon puolelta, jolloin vältetään rikkomasta ulkoverhouslautojen pintaa.</li> </ul>			

Kuva 33. Ulkoverhouslaudan kiinnitys (Puuinfo 2012, 3)

Kiinnityshalkeamien välttämiseksi tulee ottaa huomioon myös reunaetäisyydet. Naulan tai ruuvien päätyetäisyyden tulisi olla vähintään 70 mm ja reunaetäisyyden vähintään 20-25 mm. Pitkäkestoisuuden kannalta olisi hyvä esiporata reiät verhouslautaun, jos edellä mainitut mitat eivät toteudu. (Puuinfo 2012, 4.)

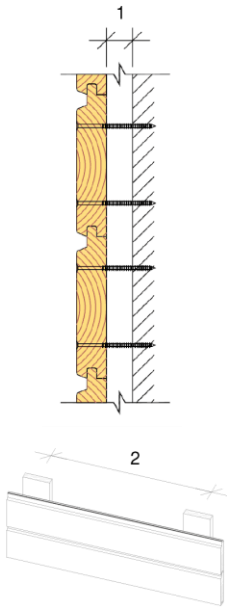
Puun käsittelemättömyyden takia kiinnitys tulee suunnitella, koska naulojen tai muiden kiinnitysten päälle ei tule suojaavaa ja peittävää maalia. Kiinnikkeet pääsevät reagoimaan ulkoilman ja puun kanssa, jolloin julkisivuun voi tulla ei toivottuja muutoksia.

Puujulkisivun kiinnikkeiden korroosiota ovat muun muassa (Davies & Wood 2010, 73–78):

- yleinen korroosio
  - tapahtuu käsittelemättömän metallin pinnalla
  - tasainen ja ennustettava
  - ilmaston aiheuttama
    - rasittava ilmasto kuten rannikon läheisyys nopeuttaa korroosiota
  - voi välttää päällystämällä tai valitsemalla korroosiota kestävä kiinnike
- rakokorroosio (kuva 26)
  - tapahtuu kiinnitysraoissa joihin vesi pääsee
  - vaatii hautomisajan, jonka jälkeen etenee kiihtyvästi
    - aiheuttaa mustia/sinisiä valumajuovia ja ruostetta
    - puun happamuus lisää rakokorroosion mahdollisuutta
  - voi välttää valitsemalla korroosiota kestävä kiinnike
- galvaaninen korroosio
  - tapahtuu erilaisten metallien kiinnityskohdassa, joihin vesi pääsee
    - esimerkiksi alumiinin ja kuparin liitoskohdassa epäjalompi alumiini syöpyy
  - voi välttää valitsemalla saman jalousasteen omaavia metalleja tai eristämällä metallit toisistaan päällystämällä tai eristämällä
- paikallinen korroosio
  - tapahtuu pienillä aluilla, joiden suojaava pinta on hajonnut
  - aiheuttaa odottamattomia vaurioita
  - yleensä maanvetovoiman suuntainen
  - voi välttää päällystämällä tai valitsemalla korroosiota kestävä kiinnike



Kuva 34. Rakokorroosioon aiheuttamia valumajuovia. Puu on japaninsetriä (*Japanese cedar*). (Davies & Wood 2010, 75.)

KIINNITYSALUSTA	TEKIJÄ	PERUSVAATIMUS	PERUSVAATIMUSTA PAREMPI
	1. Laudan paksuus	• Vähintään 25 mm tai vähintään ulkoverhouslaudan paksuus	• 2 x ulkoverhouslaudan paksuus
	2. K-jako	• Enintään 600 mm	
<p><b>MUUTA HUOMIOITAVAA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kiinnityskoolauksen tulee olla riittävän paksu ja koolauksen k-jaon riittävän tiheä, jotta ulkoverhouslaudan kiinnikkeillä olisi riittävä tartuntalujuus estämään ulkoverhouslaudan kieroutuminen.</li><li>• Kiinnityskoolauksen tulee olla myös riittävän jäykkä tuulikuormia vastaan.</li></ul>			

Kuva 35. Ulkoverhouslaudan kiinnitysalusta (Puuinfo 2012, 2)



### 2.5.3 Räystäät

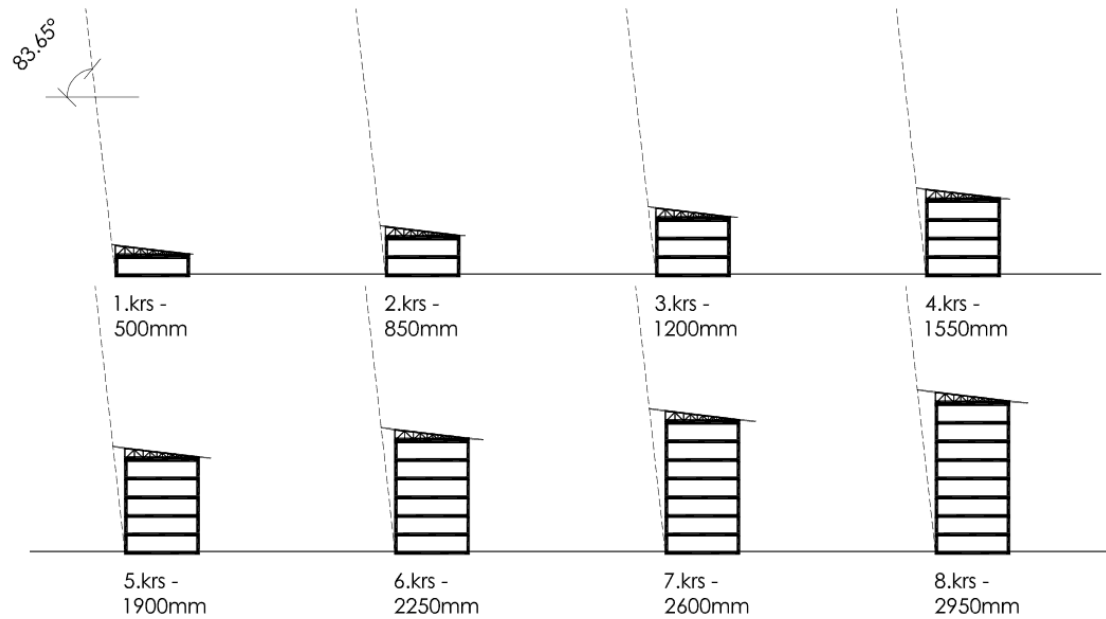
Räystäällä on vaikutus viistosateen kosteusrasitukseen julkisivussa, ja sitä kautta suuri vaikutus käsittelemättömän puujulkisivun vanhentumiseen (kuva 36). Puuverhouksen kanssa on suositeltavaa käyttää vähintään 600 mm räystääistä rakennuksen sivuilla ja 400 mm rakennuksen päädyissä (RT 82-10829 2004, 13). Mitä korkeampi rakennus on, sitä pidempi räystäiden pituuden tulisi olla. Räystäät kuitenkin muodostuvat kohtuuttoman pitkiksi, jos niiden tahdotaan olevan yhtä suojaavat kerrostalossa kuin pientalossa (kuva 37). (Heinonen 2013, 40.)



Kuva 36. Länsi-Skotlannissa Clydebankissa sijaitseva rakennus. Puu paikallista lehti-kuusta (*home grown larch*). (Davies & Wood, 2010, 18)

Räystäään ei kuitenkaan tarvitse olla iso että se suojaa julkisivua, koska jo pienikin räystääs ohjaa tuulenkulkua ja sen mukana tulevaa sadevettä. Räystäättömällä rakennuksella suurin rasitus tulee talon ylänurkille, kuten kuvan 36 rakennuksesta näkyy. Räystäät vähentävät julkisivua pitkin valuvan veden määrää ja tasoittavat kosteusrasituksen tasaisemmin julkisivulle tuulta poispäin ohjaamalla. (Heinonen 2013, 40.)





Kuva 37. Räystäspituus sadekulman ja kerrosluvun suhteen (Heinonen 2013, 42)

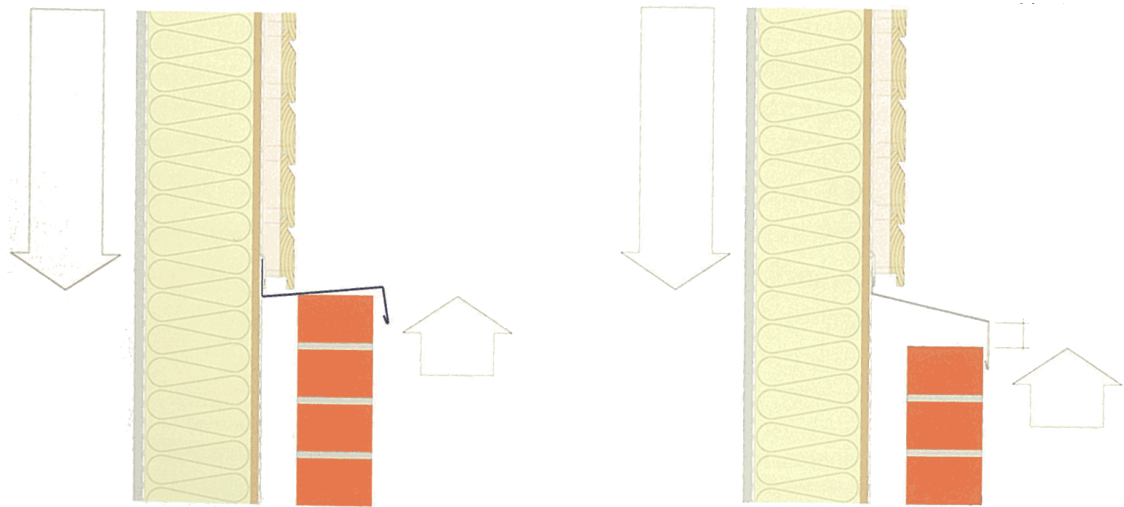
#### 2.5.4 Sokkeli

Rakennusten alareuna joutuu monesti kovimmalle säärasitukselle. Sateella julkisivuun satanut vesi päätyy alareunaan ja maasta roiskuu vettä. Kosteusrasitusta lisäävät myös väärin tehdyt maankaadot sekä sulava lumi. Puuverhouksen reunan tulee olla vähintään 300 mm maanpinnasta (RT 82-10829 2004, 12). Suositeltava korkeus olisi kuitenkin vähintään 500 mm (Soikkeli 1999, 31).

#### 2.5.5 Pellitykset

Julkisivuun liittyvien pellitysten tarkoitus on estää vettä pääsemästä rakenteisiin ja suojata vettä kerääviä nurkkia, uria ja liitoksia. Tärkeintä on, että pellitykset ovat ulospäin kaltevia ja kaltevuudeltaan yli 15°. Kaltevampi pellitys on parempi roiskeveden kannalta ja suositeltava kaltevuus olisi noin 30°. Lisäksi pellityksen tulisi ulottua noin 30 mm julkisivupinnasta, jotta vesi ei valuisi aivan seinää pitkin. (RT 80-10632 1997, 14) Esimerkiksi sokkeli menettää merkitystään, jos se on ulompana kuin julkisivu ja sokkeliä

suojaava pelti on liian pienessä kulmassa, jolloin julkisivun alapintaan tulee sateella roiskevettä.



Kuva 38. Julkisivumateriaalinen elämisen aiheuttama vesiloukku (Davies & Wood 2010, 80)

Pellityksiä suunnitellessa tulee ottaa huomioon myös julkisivumateriaalien ja pellin eläminen (kuva 38). Peltien jatkosaumat tulee suunnitella niin ettei lämmönläajeneminen vaikuta rakenteen vedeneristävyyteen.

### 2.5.6 Kasvillisuus

Liian lähellä oleva kasvillisuus lisää olennaisesti rakennuksen vaurioitumisen mahdollisuutta. Kasvillisuus kerää kosteutta rakennuksen läheisyyteen ja tarjoaa ravintoa sammalille ja muille pienkasvustoille, myös mikrobeille. Perustusten, seinien ja sadevesijärjestelmän kuntoa tulee tarkkailla jatkuvasti rakennuksissa, joiden lähellä on kasvillisuutta. Rakennuksen vieressä tulisi olla vähintään 40 cm erotuskaista, jossa ei ole eloperäistä ainesta. Lisäksi puiden ja pensaiden tulisi olla vähintään 3 metrin päässä rakennuksista. (Moilanen & Pirinen 2012.)

Varsinkin köynnöskasvit ovat erityisen haitallisia puujulkisivuilla, koska ne muodostavat ympärilleen huomattavasti muuta ilmanalaa kosteamman mikroilmaston. Tällöin kasvin alla oleva julkisivu ei pääse kuivumaan. Lisäksi köynnöskasvien ilmajuuret voi-

vat tunkeutua ränneihin, seinä- ja kattorakenteisiin vaurioittaen niitä. (Moilanen & Pirinen 2012.) Köynnöskasvien käytössä tulisi käyttää irrotettavaa tukiristikkoa, jonka takana on tarpeeksi leveä tuuletusväli.

Pensaiden ja puiden juurilla on suuri voima ja ne voivat vaurioittaa perusmuuria, sadevesijärjestelmää tai jopa viemäreitä. Puiden oksat kuluttavat mekaanisesti julkisivua ja kattoa tuulella. Lisäksi puista irtoavat neulasen, lehden ja oksat tukkivat sadevesijärjestelmää, jolloin vesi voi tulvia julkisivulle. (Moilanen & Pirinen 2012.)

### **3 Käsittelemättömän puujulkisivun ylläpito**

#### **3.1 Huoltotarpeet**

Käsittelemättömän puujulkisivu vaatii lähes saman huollon kuin mikä tahansa muu puujulkisivu. Tärkeintä on vaurionaiheuttajien eliminointi, koska kunnostustoimenpiteiden laiminlyönti voi nopeasti aiheuttaa suuriakin vaurioita. Julkisivut, pellitykset ja sadevedenpoistojärjestelmät tulisi vuosittain tarkistaa vähintään pintapuolisesti ja huoltaa tarvittaessa. Myös likaa ja roskaa keräävät paikat kuten listoitukset ja räystäskourut tulisi puhdistaa säännöllisesti, koska lika ja roskat keräävät kosteutta. (Soikkeli 1999, 30)

Käsittelemättömän puujulkisivu ei vaadi huoltomaalausta, mikä on suurin ero maalattuun puujulkisivuun. Yleisesti maalatun puujulkisivun huoltomaalausväli on 10-15 vuotta. Käsittelemättömyyden takia verhouslaudan pinnan rikkoutuessa ei ole kiirettä toimenpiteisiin, koska ilman käsittelyä ei tarvitse miettiä pinnoitteen tartuntaa. Lisäksi kolhut saavat itsestään saman värin kuin ympäröivä seinä, jolloin pienet kolhut eivät välttämättä aiheuta toimenpiteitä. Toimenpiteissä, joissa joudutaan vaihtamaan verhouslautoja, on hyväksyttävä lautojen erivärisyys tai käytävä suurempiin toimenpiteisiin. Jos erivärisyyttä ei hyväksytä, on mahdollista käyttää valmiiksi harmaantuneita lautoja, koittaa palauttaa julkisivun alkuperäistä väriä, koittaa maalata julkisivu tai uusia koko julkisivu.

### 3.2 Värin palautus

Harmaantuneen puun pinnan alta löytyy lähes uutta vastaava puu, koska puun harmaantuttava sinistäjä vaikuttaa vain puun pintaan.

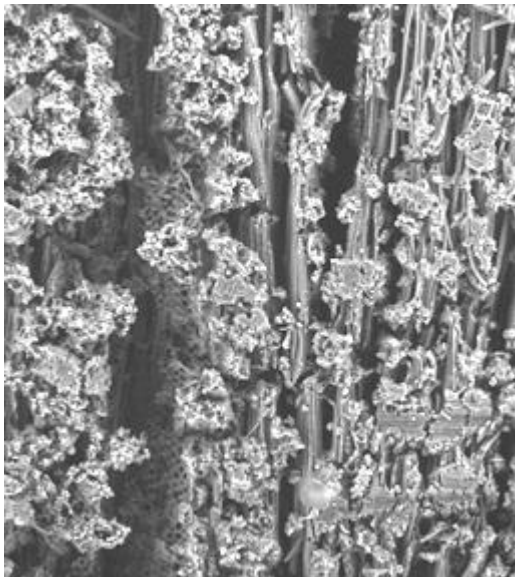


Kuva 39. Puun alkuperäistä väriä julkisivussa. Liian lähellä rakennusta olevan puun oksa on paikoittain riittänyt pitämään kuusen vaalean värin 12 vuotta vanhassa julkisivussa.

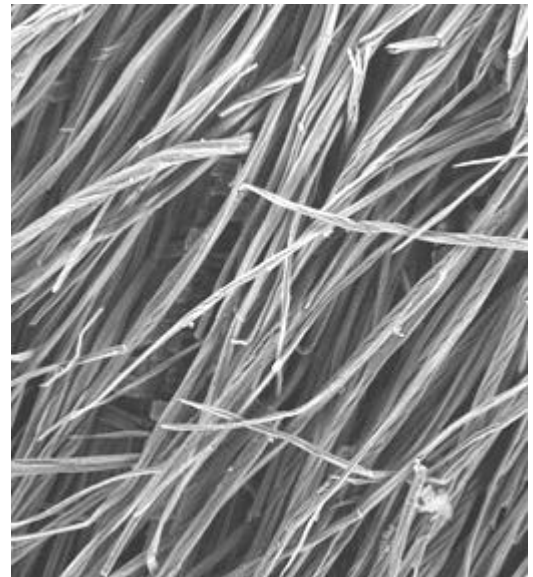
Käsitlemättömän ikääntyneen puun alkuperäisen värin saa palautettua lähelle alkuperäistä painepesulla. Tämä on osoitettu Sveitsissä tehdyssä kokeessa, jossa viisi eri julkisivua pestiin painepesurilla eri paineilla ja lämpötiloilla, ilman alkukäsittelyä tai kemikaaleja. Julkisivuista kolme oli 10 vuotta vanhoja lehtipuu julkisivuja: johanneksenleipäpuu länteen ja itään päin sekä tammi etelään päin. Loput kaksi julkisivua olivat 4 vuotta vanhoja havupuujulkisivuja: kuusi länteen päin ja lehtikuusi itään päin. Tutkimuksessa todettiin mikroskoopin avulla, että lähes kaikki itiöt, kuitujen jäännökset ja pöly lähtivät pois painepesulla, jättäen tosin pinnan hieman villaisen tuntuiseksi. (Ganne-Chédeville, Volkmer, Letch & Lehman 2012, 504–508)



Kuva 40. Puhdistustestien tuloksia johanneksenleipäpuu (*locust*) länsijulkisivulla (Ganne-Chédeville ym. 2012, 505)



Kuva 41. 200-kertainen suurennus käsittelemättömästä johanneksenleipäpuusta (Ganne-Chédeville ym. 2012, 507)

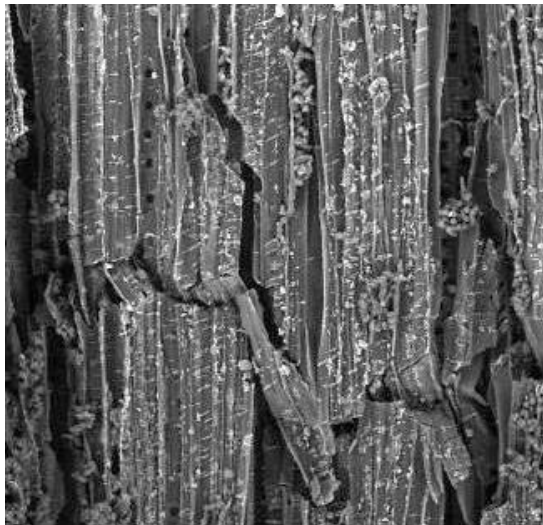


Kuva 42. 200-kertainen suurennus käsitellystä johanneksenleipäpuusta (Ganne-Chédeville ym. 2012, 507)

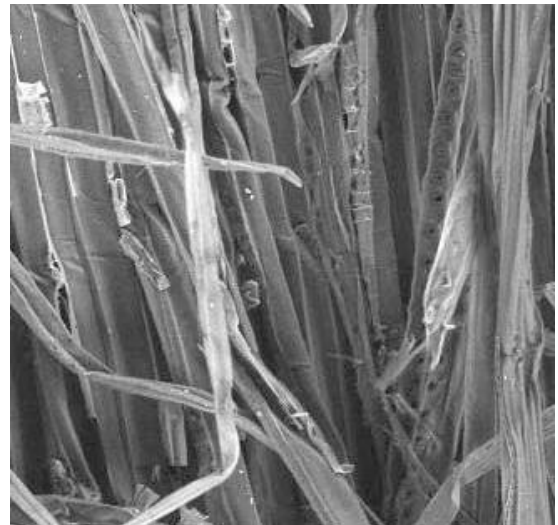




Kuva 43. Puhdistustestien tuloksia tammi (*Oak*) eteläjulkisivulla (Ganne-Chédeville ym. 2012, 506)



Kuva 44. 200-kertainen suurennus käsittelemättömästä kuusesta (Ganne-Chédeville ym. 2012, 508)



Kuva 45. 200-kertainen suurennus käsitellystä kuusesta (Ganne-Chédeville ym. 2012, 508)

Jos puujulkisivu tahdotaan säilyttää alkuperäisen näköisenä painepesun avulla on suunnittelussa otettava huomioon pesun aiheuttama verhouslautojen nopeampi kuluminen ja pinnan villaantuminen. Käsitteilylle kannattaa etsiä sopiva paine ja lämpötila eri puulaajeille, tämä estää julkisivun liian nopeaa kulumista ja tikkuuntumista. Lisäksi detaljien pitää olla suunniteltu niin ettei vesi pääse rakenteisiin pesun aikana.

## **4 Käsittelemättömän puujulkisivun vaikutus rakennuskustannuksiin ja kierrätykseen**

Julkisivun käsittelemättömyys vähentää työtä työmaalta. Tosin verhouslaudat pitää suojata ennen niiden asennusta kuten useimmat muutkin julkisivumateriaalit, pohjamaalattu verhouslauta mukaan lukien. Käsittelemätön puu on kuitenkin heti asennuksen jälkeen valmis eikä se tarvitse pohjakäsittelyä, maalausta tai muuta pintakäsittelyä, pintakäsittelystä syntyviä suojaustöitä eikä verhouslautojen poikkileikkausten suojaamista. Pinnan kuivumista ei tarvitse odottaa ja pellitykset ja muut julkisivuun liittyvät työt voidaan suorittaa heti ja työvälineet, työkoneet ja henkilönostimet voidaan siirtää heti muihin tehtäviin tai pois työmaalta. Lisäksi jälkikäsiteltävyys helpottuu samoista syistä.

### **4.1 Kierrätettävyys**

Suuri taloudellinen hyöty tulee myös käsittelemättömän puun helposta kierrätettävyystä ja hävittämisestä. Ainoastaan puuhun kiinnitetyt asiat, kuten naulat, kiinnikkeet, liimat, eristeet tai muut rakennusmateriaalit vaikeuttavat kierrätystä ja hävittämistä. Puurakenteita on helppo korjata ja käyttää uudelleen, koska puu säilyttää hyvän työstettävyytensä lahoamiseen saakka.

Purettu puujäte käy hyvin vielä vuosienkin jälkeen poltettavaksi energian tuotantoon. Käsittelemätöntä puuta ei välttämättä tarvitse polttaa erityisissä polttolaitoksissa, kuten kyllästettyä ja käsiteltyä puuta, vaan se voidaan käyttää vaikka juhannuskokon tekoon tai talon ja saunan lämmitykseen. Puhdas käsittelemätön puu on energian tuotannon lisäksi myös mahdollista hakettaa tai murskata kompostoitavaksi, kateaineeksi maisemointiin tai eläinten kuivikkeeksi.

## 4.2 Hallirakennuksen julkisivumateriaalien kustannusvertailu

Julkisivumateriaalien kustannusvertailu on toteutettu hyvin yksinkertaisesti ja antaa vain hieman suuntaa oikeista kustannuksista. Vertailun lähdearvot perustuvat Tammi-lehdon (2011) opinnäytetyöhön, jossa hän vertailee kalkkiahiekkatiiltä, teräsohutlevyä ja maalattua puuta hallirakennuksen julkisivumateriaalina. Hallin suunnitteluikä opinnäytetyössä oli 50 vuotta. Käsittelemättömän puujulkisivun kustannukset on saatu Tammi-lehdon (2011) maalatun puun lähtöarvoista poistamalla maalauksen materiaalit 4,17 €/m<sup>2</sup> ja työkustannusmenekki 0,13 tth/m<sup>2</sup>.

Taulukko 1. Julkisivumateriaalien kustannusvertailu. Taulukko on koostettu Tammilehdon (2011) opinnäytetyöstä, johon on lisätty käsittelemätön puu.

<b>Julkisivumateriaali</b>	<b>Maalattu puu</b>	<b>Käsittelemätön puu</b>	<b>Kalkkiahiekkatiili</b>	<b>Teräsohutlevy</b>
Kokonaistyoimenekki (tth/m <sup>2</sup> )	1,26	1,13	1,53	0,385
Työkustannus (€/m <sup>2</sup> )	29,58	26,53	35,92	9,04
Materiaali, ilman ALV (€/m <sup>2</sup> )	22,67	18,50	39,95	20,89
<b>Yhteensä (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>52,25</b>	<b>45,03</b>	<b>75,87</b>	<b>29,93</b>
<b>Huoltotoimenpiteiden kokonaiskustannukset 50 vuoden elinkaaren aikana</b>				
Uudelleen maalaus/pinnoitus (€/m <sup>2</sup> )	24,4	–	–	3,34
Elastisten saumojen uusiminen (€/m <sup>2</sup> )	–	–	1,2	–
Korkeapainepesu (€/m <sup>2</sup> )	–	–	2,4	3,6
Purku (€/m <sup>2</sup> )	7,5	>7,5	12,4	7,5
<b>Yhteensä (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>84,15</b>	<b>&gt;52,53</b>	<b>91,87</b>	<b>44,37</b>
<b>Muut julkisivuun hintaan vaikuttavat kulut</b>				
Paikka korjaus (€/m <sup>2</sup> )	76	>76	270	32
Aukon tekeminen (€/m <sup>2</sup> )	54	>54	123	123

Tammilehdon opinnäytetyössä käytetty ulkoverhousprofiili 28x120 mm UTV toimisi varmasti myös käsittelemättömänä tai kevyesti käsiteltynä monissa halleissa yhtä hyvin kuin käsittelemättömät puujulkisivut yli 50 vuotta vanhoissa ladoissa, jotka nekin ovat oman aikansa varasto- ja työrakennuksia. Kustannustehokkaampaan ratkaisuun oltaisiin saatettu päästä muulla verhouslaudan valinnalla, kuten lomalaudoituksella.



## **5 Käsittelemättömissä puujulkisivuissa käytettyjä puulajeja**

Käsittelemättömän puujulkisivun ulkonäköön eniten vaikuttava asia on verhouksessa käytettävä puulaji. Eri puulajit vanhenevat eri tavalla ja osa niistä kestää paremmin biologisia rasituksia. Tutkimusekonomisista syistä tässä luvussa on otettu vain pieni otanta julkisivuissa käsittelemättöminä käytetyistä puulajeista.

Esimerkiksi Britanniassa käytetään trooppisia puulajeja myös ulko-verhouksissa, koska monen trooppisen lajin kosteuseläminen on vähäistä ja puuaines kestävä. Näiden etujen takia nykyisin muun muassa tiikkiä ja irokoa saa myös kasvatettuna. Trooppisia puulajeja käyttäessä kannattaa varmistaa aina onko puu on sertifioitua ja kestävästi tuotettua. (Davies & Wood 2010, 96.)

### **5.1 Kuusi**

Kuusi on vaaleankeltaista, eikä sen sydän- ja pintapuulla ole suuria väri- tai ominaisuseroja. Kuusesta ei saa oksatonta puutavaraa, koska siinä on paljon pieniä oksia rungon koko matkalla. Kuusi kestää hyvin kosteuden vaihtelua, mutta kieroutuu, jos sitä ei ole kuivattu lopulliseen kosteuteen ennen käyttöä. (Siikanen 2007, 34.) Kuusen solurakenne sulkeutuu kuivuessaan samalla tavalla kuin männyn sydänpuun. Solurakenteen sulkeutuminen estää kosteuden imeytymistä ja samalla vähentää kuusen kosteuselämistä. Tästä syystä kuusi on Suomen käytetyin puulaji verhoukslaudoissa. (RT 82–10829 2004, 2.)



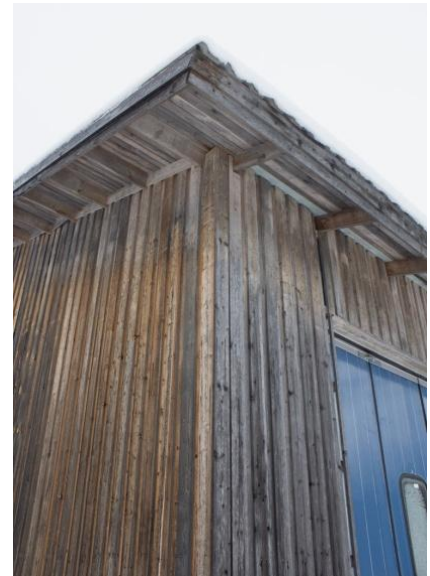
Kuva 46. Metzler KG yrityksen saha- ja puutavaravarasto Itävallassa (Kaufmann 2010, 86)



Kuva 47. Varaston käsitlemättömän kuusijulkisivun luonnollinen harmaantuminen (Kaufmann 2010, 88)



Kuva 48. Varastorakennuksen käsitlemätön kuusijulkisivu luoteeseen. 12 vuotta vanhat julkisivut ovat 125x22 mm kenttäsahtua, taapelissa kuivattua, paikallista kuusta.



Kuva 49. Varastorakennuksen Itänurkka. Nurkassa näkyy hyvin auringon vaikutus julkisivun väriin.

## 5.2 Mänty

Männyllä on hyvät lujuusominaisuudet ja sitä on helppo kuivata ja työstää. Mänty on rakennus- ja rakennuspuusepänteollisuuden käytetyin puu ja sen takia yli puolet Suomen metsistä on mäntyä. Männyn kosteuseläminen on hieman suurempaa kuin kuusen.

Kasvupaikalla ja lajilla on suuri vaikutus puuaineen ominaisuuksiin ja väriin. Esimerkiksi lapinmännnyssä on vähemmän väri vaihtelua ja se on tiheäsyisempää. Männyn pinta-puu on kellanvalkeaa ja sydänpuu kellanpunaista tai ruskehtavaa. Sydänpuu on pihkaisempaa ja osittain sen takia kestävämpää. Männyn sydänpuu kestää käsittelemättömänäkin sään aiheuttamat kosteusrasitukset julkisivussa. (Siikanen 2007, 33.) Hirsirakentamisessa ja muussa rakentamisessa käytetyt kelot, eli pystyyn kuivaneet, kuorettomat ja harmaantuneet puut, ovat yleensä mäntyjä, koska kuusi lahoaa kelottuessaan. (Tissari, Möttönen & Repo, 2008, 100) Mänty on myös Suomen yleisimmin käytetty puulaji hirsirakentamisessa.



Kuva 50. Kelohirrestä tehty sauna Hunurin lomakylässä Alahärmässä (Tissari, Möttönen & Repo 2008, 23)

### 5.3 Haapa

Haapa on kevyt ja sen kosteuseläminen on vähäistä. Haapa sinistyy helposti ja puuaines on joustavaa, tiivistä ja nukkaista. Pinta- ja sydänpuulla ei ole suuria eroja ominaisuuksissa eikä värissä. Pinta- ja sydänpuu ovat molemmat kellanvakoisia, jotka muuttuvat sään vaikutuksesta hopeanharmaaksi. Haapa kestää suhteellisen hyvin sään vaikutuksia ja se soveltuu ulkooverhoukseen ja kattopaanuiksi. (Siikanen 2007, 35.)



Kuva 51. Viikin kirkon käsittelemättömät haapapaanut. Säänkestävyyttä on parannettu lohkomalla paanut syiden suunnassa. (Kimmo 2006.)



Kuva 52. Yleiskuva Viikin kirkon käsittelemättömästä haapapaanujulkisivuista (Kimmo 2006)

#### 5.4 Lehtikuusi

Lehtikuusen puuaines vääntyilee ja halkeilee helposti kuivuessaan, mutta on kuivuttuaan kovaa. Puuaines on pihkaista ja pitkään jatkuva pihkominen saattaa aiheuttaa haittaa esimerkiksi kalusteissa. Lehtikuusen sydänpuu on punaruskeaa ja pintapuu kalpean kellertävää. Vanhan lehtikuusen, varsinkin sen sydänpuun sään- ja lahonkesto on hyvä. Sydänpuun osuus puuainesta on suuri. Eri lajikkeiden ja puuyksilöiden sään- ja lahonkestossa on kuitenkin suuria eroja. Lehtikuusi kasvaa luonnonvaraisena Itä- ja Keski-Euroopassa, mutta Suomessa olevat lehtikuusimetsät ovat yleensä istutettuja. (Siikanen 2007, 40.) Lehtikuusen lajeja, alalajeja ja muunnoksia tunnetaan kymmenen. Lehtikuusissa näkyy vuodenaikojen vaihtelu voimakkaasti ja muista havupuista lehtikuuset eroavatkin varistamalla neulasensa syksyisin. (Metla 2010.)





Kuva 53. Norjassa sijaitseva Fagerborgin päiväkot (Plusmood 2011)



Kuva 54. Julkisivun syvennykset. Päiväkodin julkisivut ovat käsittelemätöntä lehtikuusen sydänpuuta. (Plusmood 2011.)

Siperianlehtikuusella on kulttuurisia perinteitä laivarakennuksessa. Varsinkin Venäjällä siperianlehtikuusi oli merkittävä laivanrakennusteollisuudelle järeytensä ja kestävyytensä ansioista. Suomessa siperianlehtikuusen käyttö on alkanut vasta äskettäin yleistymään. Siperianlehtikuusen lahonkestävyys paranee iän myötä, siksi puuta ei tulisi kaataa alle 100-vuotiaana. Lahonkesto perustuu sydänpuun määrään ja ominaisuuksiin ja sydänpuun osuus 100-vuotiaalla puulla on noin 75 %. (Finni 1994.)



Kuva 55. Savonlinnan pääkirjasto Joeli (Mäkinen 2013, 132)



Kuva 56. Lähikuva ulkoverhouksesta. Kirjaston julkisivut ovat käsittelemätöntä siperianlehtikuusta. (Mäkinen 2013, 131.)



## 5.5 Tammi

Tammen puuaines on kovaa, painavaa, tiheäsyistä, kimmoisaa ja kestäväää. Tammen huonona puolena on sen runsas kosteuseläminen. Tammi sisältää runsaasti kosteuskestävyyttä parantavia parkkiaineita ja tammen sydänpuu on erittäin vastuskykyistä lahoa vastaan. Toisaalta kellertävä pintapuu on rakentamiseen käyttökelvotonta. Tammen vuosirenkaat erottuvat selvästi ja puuaineen väri tummenee vanhetessa. Sydänpuun väri vaihtelee kellanruskeasta harmahtavan ruskeaan. Tammi kasvaa myös Etelä-Suomessa, mutta pääosa käytetystä tammesta tuodaan ulkomailta. (Siikanen 2007, 37.)



Kuva 57. Sveitsissä sijaitsevan Bernin ammattikorkeakoulun laitos (Have a wood day 2013)



Kuva 58. Rakennuksen pääty. Laitoksen julkisivut ovat käsittelemätöntä tammea. (Have a wood day 2013.)

## 5.6 Douglaskuusi

Douglaskuusi on yksi lujimmista havupuista ja on sen takia Amerikan käytetyin rakennuspuu. Pohjois-Amerikassa ja Kanadan länsiosissa kasvava puu tunnetaan myös nimellä Oregon-mänty. Douglaskuusen puuaines muistuttaakin suomalaista mäntyä ja se on kovaa, helposti työstettävää ja yleensä suorasyistä. Puuaines on myös tiheäsyistä, jonka takia sen kosteuseläminen on suurempaa kuin muiden havupuiden. Douglaskuusi on kuitenkin lähes ainoa havupuulaji, josta saadaan täysmittaista oksatonta sahatavaraa. Douglaskuusen viljelyä on kokeiltu myös Suomessa noin sadan vuoden ajan. (Siikanen 2008, 38–39)



Kuva 59. Irlannissa sijaitseva omakotitalo. Julksivulaudat ovat paikallista käsittelemättöä douglaskuusta (Archdaily 2011.)



Kuva 60. Lähikuva rakennuksen julkisivusta. (Archdaily 2011)

## 5.7 Jättiläistuija

Jättiäläistuija, joka tunnetaan myös nimellä punapuu, on Yhdysvaltojen ja Kanadan länsiosassa kasvava puu. Puun läpimitta voi saavuttaa jopa 5 metrin läpimitan ja se voi kasvaa jopa 60 metrin korkuiseksi. Jättiäläistuija ei sisällä hartseja ja sen pintapuu on lähes valkoista ja enintään 25 mm paksua. Sydänpuun väri taas vaihtelee tumman purnertavanruskeasta vaalean keltaiseen. Sen puuaines on kevyttä ja erittäin vastuskykyistä sieniä ja ötököitä vastaan. Jättiäläistuija kestää hyvin käsittelemättömänäkin julkisivussa ja sen väri muuttuu sään vaikutuksesta hopeanharmaaksi. Sen kosteuseläminen on vähäistä ja sillä pystytään tekemään oksatonta puuverhousta. (Siikanen 2007, 40–41.)



Kuva 61. Sveitsissä sijaitseva omakotitalo (Galindo 2012, 164)



Kuva 62. Rakennus puistosta päin. Julkisivut on toteutettu käsittelemättömillä jättiäläistuijapaneuilla. (Galindo 2012, 165.)



## 6 Vähäisesti käsitelty puujulkisivut

### 6.1 Öljytty puu

Puun öljyäminen vähentää puun halkeilua hidastamalla veden imeytymistä puuhun. Öljyn on oltava keitettyä maaliöljyä, eikä esimerkiksi homehtumista edistävää raakaa pel-lavaöljyä. Öljy ei säilytä puuta uuden värisenä loputtomiin, vaan kuultava pinta alkaa kellastua ja lopulta harmaantua. Huonona puolena öljyssä on sen huono jälkikäsiteltävyys, jos pinta haluttaisiinkin myöhemmin pintakäsitellä. (Kaila 1997, 577–578.)



Kuva 63. Norjassa laskettelukeskus Kvitfjellissa sijaitseva asuin- ja lomarakennus (OpenBuildings 2012)



Kuva 64. Lähikuva julkisivusta. Paksut julkisivulankut on käsitelty kerran öljyllä, jonka jälkeen ne on jätetty vanhenemaan. (OpenBuildings 2012.)

## 6.2 Lämpökäsitelty puu

Puussa tapahtuu kemiallisia ja fysikaalisia muutoksia kun se lämpökäsitellään. Ominaisuuksiin vaikuttaa eniten hemiselluloosan hajoaminen. Lämpökäsittelyssä puu "vanheene" rakenteellisesti jopa 200 vuotta. Lämpökäsittelyn aikana puuaines tummuu läpikotaisin ja paino vähenee samalla kun tiheys pienenee. Käsittelyaika ja -lämpötila vaikuttavat ominaisuuksiin ja väriin. Lämpökäsittelyssä puun Ph-arvo alenee, mikä tulee ottaa huomioon kiinnitystä suunniteltaessa. Huonona puolena lämpökäsittelyssä on halkaisu- ja taivutuslujuuden pieneminen puun kovennettua. Hyvänä puolena lämpökäsittelyssä on kosteuselämisen vähentyminen 30-80 %, biologisen kestävyuden parantuminen ja parempi lahonkesto. Ulkona lämpökäsittelyn puun pinta haalistuu ja harmaantuu. Siikanen kuitenkin suosittelee pintakäsittelyä lämpökäsitellylle puulle, joka jää ulkotilaan. (Siikanen 2007, 123–124.)



Kuva 65. Belgian Haachtissa sijaitseva omakotitalo (Galindo 2012, 29)



Kuva 66. Ikkuna detajli. Julkisivut on toteutettu lämpökäsitellystä puusta. (Galindo 2012, 29.)



### 6.3 Furfuloitu puu

Puu kyllästetään maatalousjätteestä saatavalla furfuraalialkoholilla, jossa ei ole luontoa vahingoittavia yhdisteitä. Käsittely tummentaa puuta, mutta käsittelemättömänä furfuloitu puu harmaantuu ulkona. Furfulointi parantaa puun mittapysyvyyttä 40–80% sekä parantaa lahonkestoa ja tekee siitä kovempaa. Furfuloitua puuta markkinoidaan vaihtoehtona trooppisille puille. (Laitinen 2008, 56–60.) Yksi markkinoilla oleva furfuloitua puuta tarjoava yritys on Norjalainen Kebony.



Kuva 67. Norjassa sijaitseva Kragerøn kylpylä (Kebony 2007)



Kuva 68. Kylpylän sisäpiha. Julkisivut on toteutettu furfuloidusta puusta. (Kebony 2007.)

## 6.4 Asetyloity puu

Asetyloinnissa puu stabiloidaan turvonneeseen tilaan, kun puuhun lisätään jo siinä luonnollisesti esiintyviä aineita. Yleisesti käsittelyssä käytetään etikka anhydrideja, jolla saadaan kasvatettua asetyylin määrää puussa. Sivutuotteina asetyloinnissa syntyy etikkahappoa ja vähäisissä määrin lannoitteita ja uuteaineita. Asetylointi parantaa puun kosteusteknisiä ominaisuuksia ja lahonkestoja. Puun mittapysyvyys voi parantua yli 90 %. Käsittelyn vaikutukset puuhun ovat samankaltaisia kuin lämpökäsittelyssä, mutta käsittely ei muuta puun väriä. Prosessissa on mahdollista myös värjätä puuta, mikäli näin halutaan. Lisäksi asetylointi lisää puun painoa ja tekee siitä myrkyllistä tuholaisille, muttei luonnolle. (Laitinen 2008, 45–55.) Yksi markkinoilla oleva asetyloitua puuta tarjoava yritys on Accoya.



Kuva 69. Carolinen koulu Valenciassa Espanjassa (Accoya 2012)



Kuva 70. Julkisivun höylätyt soivot. Julkisivut on toteutettu furfuloidusta puusta. (Accoya 2012.)

## 6.5 Rautasulfaatti

Rautasulfaatti eli rautavihtrilli nopeuttaa puunpinnan harmaantumista. Luonnollisesti puun harmaantuminen kestää kuukausia, kun taas rautasulfaatti käsittely lyhentää harmaantumisen muutamaan päivään. Se on samaa vihertävää suolaa mitä käytetään myös punamullan keitossa. Rautasulfaattia liuotetaan veteen noin 3 kiloa 10 litraan vettä. Liuos sivellään käsiteltävälle puupinnalle, jonka jälkeen puunpinta alkaa harmaantua. Sulfaatti harmaannuttaa myös oksat ja harmaa on paljon tasaisempaa kuin luonnollisesti harmaantuneessa pinnassa. Joidenkin mielestä jopa liian tasalaatuinen. Lisäksi rautasulfaatilla käsiteltyyn pintaan tarttuu sinistäjäsiemen aiheuttama harmaa vasta kymmenkunta vuoden jälkeen käsittelystä. (Kaila 1997, 573–575.)



Kuva 71. 2012 Tampereen asuntomessujen kohde pikkupuu (Asuntomessut 2012)



Kuva 72. Omakotitalo takapihalta. Julkisivut on käsitelty rautavihtrilillä. (Asuntomessut 2012.)

## 7 Johtopäätökset

Erittäin tärkeää suunnittelussa on huomioida, että käsittelemätön julkisivun luonnollinen harmaantuminen ei tuota tasaisen harmaata väriä julkisivuun, vaan puun pinta ja väri elävät ja muuttuvat ajan kuluessa. Puun patinoituminen on pitkään kehittyvä ja monisyinen tapahtumasarja. Ulkona olevasta käsittelemättömästä puupinnasta tulee rikassointuinen ja harmoninen värisinfonia, luonnollisen näköinen. (Kaila 1997, 570.)

Käsittelemättömät puujulkisivut toimivat ja ovat aina toimineet Suomessa. Niiden käyttöä varmasti rajoittaaakin ohjeistuksen puute. Käsittelemätöntä puuta voisikin hyvin käyttää enemmän julkisivumateriaalina lähes kaikenlaisissa rakennuksissa. Suunnittelussa on otettava huomioon puun vanhentumisen vaikutus rakennuksen ulkonäköön. Kaikkien silmää puun luonnollinen vanhentuminen ei miellytä, eikä se joka paikkaan sovi. Siksi varsinkin julkisissa kohteissa on hyvä miettiä sopiiko sinne luonnollinen harmaantuminen, vai käytetäänkö julkisivussa esimerkiksi esiharmaannutettua tai käsiteltyä puuta tasaisemman värin varmistamiseksi.

Säärasitus vaikuttaa suuresti käsittelemättömän puujulkisivun ulkonäköön. Tämän takia suunnittelussa korostuu rakennuspaikan ominaisuudet ja rakennuksen muoto. Rakennuspaikan ilmasto ja paikalliset olosuhteet, kuten maaston muodot, puusto, kasvillisuus ja vieriset rakennukset, vaikuttavat suuresti julkisivujen vanhentumiseen vaikuttamalla ilmastokosteuteen, auringonsäteilyyn, sateeseen ja tuuleen.

Käsittelemätöntä puuta julkisivuissa käyttäessä voidaan myös käyttää käsiteltyä puuta ja muita julkisivumateriaaleja. Kestävemmän materiaalin käyttö onkin järkevää kovalle rasitukselle joutuville kohdilla kuten eteläjulkisivulla, jossa aurinko kuluttaa julkisivupintaa eniten.

## 8 Pohdinta

Opinnäytetyöstä saa hyvän yleiskuvan asioista, joita tulee ottaa huomioon suunnitellessaan käsittelemättömiä puujulkisivuja. Opinnäytetyötä voidaan pitää melko luotettava, koska se perustuu pitkälti kirjallisuuteen, eikä eri lähteiden välillä ollut merkittäviä ristiriitaisuuksia. Käsittelemättömien puujulkisivujen käytön yleistymisen kannalta kuitenkin olisi tärkeää saada suomenkielistä ohjeistusta Suomen ilmastoon käsittelemättöminä soveltuvista puulajeista ja käsittelemättömien puujulkisivujen suunnittelusta. Lisäksi tarvittaisiin lisää tietoa käsittelemättömien puujulkisivujen tuomista säästöistä ja kustannuksista, sillä monesti hinta nousee suureksi valintakriteeriksi julkisivumateriaalien valinnassa.

Opinnäytetyön aihetta on tutkimuksilla käsitelty Suomessa melko vähän, vaikka Suomessa käytetään runsaasti puuta. Lisää tutkimusta pitäisi tehdä kustannuksista, paloturvallisuudesta ja Suomen ilmastoon käsittelemättöminä tai vähäisesti käsiteltyinä soveltuvista puulajeista, jotta puuta uskallettaisiin käyttää käsittelemättöminä julkisivuissa.

Esiharmaannetulle puulle olisi varmasti markkinoita ja käyttöä, koska sillä saataisiin rakennettua valmiiksi luonnollisen hopeanharmaita julkisivuja, jotka ei juurikaan tarvitse huoltoa. Hyötynä esiharmaannetussa puussa olisi myös tasaisempi väri rakennuksen jokaisella julkisivulla. Esiharmaannettua puuta käyttäessä rakennuksen ulokkeet ja syvennykset eivät vaikuttaisi niin paljon julkisivun lopulliseen väriin ja erilaisten säärasiuksien aiheuttamat värierot vähenisi. Puuta voisi harmaannuttaa luonnollisesti tai käsittelemällä ja verhouslautojen harmaannutamis-prosessin aikana laadunvarmistukseen ja tuotteen laatutekijöihin voitaisiin vaikuttaa yksinkertaisemmin menetelmin.



## Lähteet

- Accoya. 2012. Pablo Ribero specifies Accoya® wood for extension of Caroline School in Valencia, Spain. [Viitattu 28.4.2014] Saatavissa: <http://www.accoya.com/projects/project/pablo-ribero-specifies-accoya-wood-for-extension-of-caroline-school-in-valencia-spain-2/#>
- Ahonen, T. 1996. Remontti: Maalaus- ja korjaustyöt. Helsinki. Rakennusalan Kustantajat.
- Archdaily. 2011. Solid Sanctuary / 4 Architecture. [Viitattu 1.5.2014] Saatavissa: <http://www.archdaily.com/185926/solid-sanctuary-4-architecture/>
- Asuntomessut. 2012. Tampereen asuntomessut: kohde 35 talo PikkuPuu. [Viitattu 19.3.2014]. Saatavissa: <http://www.asuntomessut.fi/tampere-2012/talo-pikkupuu>
- Davies, I. & Wood, J. 2010. External timber cladding: design, installation and performance. Edinburgh. Arcamedia
- Finni, P. 1994. Siperian lehtikuusi. Helsingin yliopisto. Metsätieteiden laitos. [Viitattu 27.4.2014] Saatavissa: [http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/larix\\_sibirica.html](http://www.helsinki.fi/metsatieteet/arboretum/puulajit/larix_sibirica.html)
- Galindo, M. 2012. Wood: architecture & design. Braun Publishing AG.
- Ganne-Chédeville, C., Volkmer, T., Letch, B. & Lehman, M. 2012. Measures for the maintenance of untreated wood facade. [Viitattu 19.2.2014]. Saatavissa: <http://www.timberdesign.org.nz/files/00161%20Martin%20Lehmann.pdf>
- Have a wood day. 2013. Bern University of Applied Sciences Architecture, Wood & Civil Engineering in Biel/Bienne (Switzerland) Meili & Peter with Zeno Vogel. [Viitattu 27.4.2014] Saatavissa: <http://haveawoodday.blogspot.fi/2013/12/bern-university-of-applied-sciences.html>
- Heinonen, M. 2013. Puujulkisivuverhoukset asuinkerrostalojen arkkitehtuurissa. Helsinki. Aalto-yliopisto. Arkkitehtuurin laitos. Diplomityö.
- Kaila, P. 1997. Talotohtori: Rakentajan pikkujättiläinen. Porvoo. WSOY
- Kaufmann, H. 2010. Sprit of nature puuarkkitehtuuripalkinto 2010. Hämeenlinna. Rakennustieto Oy.
- Kebony. 2007. Kragerø Spa & Resort. [Viitattu 28.4.2014] Saatavissa: <http://www.kebony.com/en/index.cfm?c=slideshow&pp=3320>
- Kimmo, K. 2006. Viikin kirkko tuo metsän kaupunkiin. Suomen Metsäyhdistys ry. [Viitattu 18.4.2014]. Saatavissa: <http://www.forest.fi/smyforest/forest.nsf/10256a7420866fd0c2256b0300248b0d16b2cf5c8ef511dbc22571c00027d15a?OpenDocument>
- Laitinen, M. 2008. Puun modifiointimenetelmät. Lahden ammattikorkeakoulu. Puutekniikka. Opinnäytetyö.
- Marynowicz, A. 2008. Durability of timber structures. Handbook: timber structures. S.227–223. Saatavissa: [http://fast10.vsb.cz/temtis/documents/handbook1\\_final.pdf](http://fast10.vsb.cz/temtis/documents/handbook1_final.pdf)
- Metla. 2010. Larix: Lehtikuuset. [Viitattu 27.4.2014] Saatavissa: (<http://www.metla.fi/metinfo/puulajit/ulkomaisethavupuut/sukusivulajilista-larix.htm>)
- Moilanen, T. & Pirinen, J. 2012. Puutarhuri: älä kasvata hometta taloosi. Hometalkoot. [Viitattu 18.4.2014]. Saatavissa:

- [http://uutiset.hometalkoot.fi/component/dpcontentplugin/files/download/122/KoHo\\_OKT\\_artikkeli\\_5\\_20042012.pdf](http://uutiset.hometalkoot.fi/component/dpcontentplugin/files/download/122/KoHo_OKT_artikkeli_5_20042012.pdf)
- Mäkinen, K. 2013. Savonlinnan uusi pääkirjasto Joeli. Projektiuutiset. NO 4. S. 130–137. [Viitattu 27.4.2014]
- OpenBuildings. 2012. Basecamp. [Viitattu 1.4.2014] Saatavissa: <http://openbuildings.com/buildings/basecamp-profile-4192>
- Plusmood. 2011. Fagerborg Kindergarden: Reiulf Ramstad Architects. [Viitattu 27.4.2014] Saatavissa: <http://plusmood.com/2011/08/fagerborg-kindergarden-reiulf-ramstad-architects/>
- Puuinfo. 2012. Pitkäikäinen puujulkisivu. [Viitattu 28.1.2014] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/kysymyksia-ja-vastauksia/pitkaikainen-puujulkisivu.pdf>
- RT 29-10572. 1995. Puujulkisivujen uudis- ja huoltomaalaus. Rakennustieto Oy.
- RT 80-10632. 1997. Rakennuksen suojapellitykset. Rakennustieto Oy.
- RT 82-10829. 2004. Puujulkisivut. Rakennustieto Oy.
- Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Helsinki. Rakennustieto Oy
- Soikkeli, A. 1999. Puusta pitkään. Puu. NO 4. S. 28–33.
- Tammilehto, V. 2011. Hallirakennuksen julkisivumateriaalien vertailu. Helsinki. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työjohto. Opinnäytetyö.
- Tissari, V., Möttönen, O. & Repo, S. 2008. Kelo: puun lumoa. Jyväskylä. Minerva kustannus Oy.
- Virta, J. 2008. Pitkäikäinen puu-ulkoverhous. Tikkurilan viesti. NO 1. S.16–20 [Viitattu 24.4.2014] Saatavissa: [http://www.tikkurila.fi/files/2588/Tikkurila\\_lehti\\_Viesti\\_1\\_2008.pdf](http://www.tikkurila.fi/files/2588/Tikkurila_lehti_Viesti_1_2008.pdf)